Cuprins

CADRU GENERAL PRIVIND DESFĂŞURAREA STAGIILOR DE PRACTICĂ 4
1.1.Semnificația termenilor şi noțiunilor folosite 4
1.2. Elemente generale privind desfăşurarea stagiilor de practică 5
1.3. Organizarea şi desfăşurarea stagiului de practică....6
1.4. Recunoaşterea şi evaluarea stagiului de practică 8
1.5. Obiective generale şi specifice ale stagiului de practică 9
1.6. Competențe dobândite prin stagiile de practică....10
1.7. Dispoziții finale 12
LUCRARI DE PRACTICĂ....13
LP-1. Televiziunea şi lanțul de televiziune. Elemente ale lanțului TV ..13
LP-2. Metode de explorare a imaginii utilizate în televiziune....30
LP-3. Semnal video complex de televiziune alb-negru - componente, formă, frecvența minimă şi maximă, spectrul semnalului 43
LP-4. Semnale folosite în televiziunea color: semnale primare de culoare şi semnale derivate din acestea (componente, formă, parametrii). 66
LP-5. Redarea imaginii de televiziune. Tubul cinescop color (CRT): principiu de funcționare, structură, performanțe....83
LP-6. Redarea imaginii de televiziune. Display cu cristale lichide (LCD): principiu de funcționare, structură, performanțe....108
LP-7. Redarea imaginii de televiziune. Display cu plasmă (Plasma Display Panel – PDP): principiu de funcționare, structură, performanțe 131
LP-8. Dispozitive videocaptoare; senzori CMOS şi CCD - construcție, funcționare şi performanțe....139
LP-9. Receptor TV color cu tub cinescop: schemă bloc, funcționare, performanțe....158
LP-10. Microfonul acustic 187

LP-11 - Prezentarea Camerei video Sony PMW – 320L XDCAM....199

LP-12 – Filmări de exterior cu una sau mai multe camere 209

LP-13 - Realizarea emisiunilor în Studio ;Acomodarea cu atmosfera şi cu procesul de comunicare din Studioul TV 224

LP-14 – Lentile, Obiective, reglaj diafragmă şi filtre.....237

LP-15 – Sunetul în producțiile de televiziune 272

LP-16. Sistemul de distribuire a semnalelor audio video in studioul de televiziune.....295

LP-17. Mixajul audio şi efectele audio speciale.....328

LP-18. Mixajul video şi efectele vizuale 348

LP-19. Formate de eşantionare folosite în televiziunea digitală 365

LP-20. Transmiterea în RF a semnalului SVC 374

LP-21. Compresia de imagini. Generalități. Compresia prin transformări ortogonale.....395

LP-22. Compresia de imagini. Standardul JPEG.....408

LP-23. Algoritmi de compresie video MPEG 422

LP-24. DVB - digital video broadcasting. Prezentare generala.....435

LP-25. Standardul DVB-T.....443

LP-26. Utilizarea şi dezvoltarea de aplicații grafice pentru realizarea de clipuri audio-video şi TV precum şi a animațiilor 2D şi 3D.....468

LP-27. Procesare şi compresie de clipuri audio şi video. 495

LP-28. Utilizarea platformelor hardware de ultimă oră pentru conversia, procesarea şi prepararea imaginilor raster sau vectoriale.....509

LP-29. Realizarea materialelor grafice de rezoluție mare, utilizând programe specializate de generare a imaginilor computerizate virtuale. 517

LP-30. Aplicații Web pentru elaborarea şi distribuirea de conținut audio-video 526

LP-31. Documentarea sistemelor de calcul din cadrul unui studio TV şi propuneri de îmbunătățire a infrastructurii de calcul existente. 537

LP-32. Documentarea infrastructurii de rețea WAN şi LAN disponibile într-un studio TV şi propuneri de îmbunătățire a acesteia; Protocoale

de întreținere şi mentenanță a sistemelor de calcul şi infrastructurii de rețea.....541
LP-33. Formarea imaginii optice prin obiective de luat vederi.....555
LP-34. Redarea perspectivei si profunzimea campului de claritate in imaginea TV 585
LP-35. Notiuni de iluminare tehnologica pentru televiziune 629
ANEXE.....652
ANEXA 1. Conventie Cadru 653
ANEXA 2. Contract individual de practica 660
ANEXA 3. Calendarul activitatilor.....662
ANEXA 5. Adresa catre partenerul de practica.....663
ANEXA 5. Fisa de evaluare a activitatii studentului 664
ANEXA 6. Lista cu tematici generale pentru proiectul in audio-vizual 665
BIBLIOGRAFIE 667

CADRU GENERAL PRIVIND DESFĂŞURAREA STAGIILOR DE PRACTICĂ

1.1. Semnificația termenilor şi noțiunilor folosite

Stagiu de practică - activitatea desfăşurată de studenți, în conformitate cu planul de învățământ, care are drept scop verificarea aplicabilității cunoştințelor teoretice însuşite de aceştia în cadrul programului de instruire.

Practicant - studentul care desfăşoară activități practice pentru consolidarea cunoştințelor teoretice şi pentru formarea abilităților, spre a le aplica în concordanță cu specializarea pentru care se instruieşte.

Organizator de practică – facultățile partenere din proiect.

Partener de practică – instituția centrală (Sigma TV) ori locală (studiouri locale TV) sau unitate de profil din România, ce desfăşoară o activitate în corelație cu specializările cuprinse în nomenclatorul Ministerului Educației, Cercetării, Tineretului şi Sportului şi care poate participa la procesul de instruire practică a studenților.

Cadru didactic supervizor - persoana desemnată de organizatorul de practică, care va asigura planificarea, organizarea si supravegherea desfăşurării stagiului de practică pe formație de studiu.

Tutore de practică - persoana desemnată de partenerul de practică, care va asigura respectarea condițiilor de pregătire şi dobândire de către practicant a competențelor profesionale planificate pentru perioada stagiului de practică.

Credit transferabil este înțeles potrivit Legii nr. 288/2004 privind organizarea studiilor universitare şi Legii Educaț iei naț ionale nr. 1/2011, cu modificările si completările ulterioare.

Convenție - cadru privind efectuarea stagiului de practică – acordul încheiat între organizatorul de practică, partenerul de practică şi practicant; modelul convenției – cadru este prezentat în Anexa 1.

Contractul individual de practică - documentul ataşat Convenției-cadru privind efectuarea stagiului de practică, care cuprinde obiectivele educaționale ce urmează a fi atinse, competențele ce urmează a fi

obținute prin stagiul de practică, precum si modalitățile de derulare a stagiului de practică (Anexa 2).

1.2. Elemente generale privind desfăşurarea stagiilor de practică

1. Prezentul ghid de practică stabileşte cadrul general de organizare şi desfăşurare a stagiilor de practica a studenților facultăților tehnice la un studio TV.

2. Prevederile ghidului de practică respectă cerințele impuse de:

- Legea educatiei naț ionale nr. 1/2011
- Legea nr. 288 din 2004 privind organizarea studiilor universitare;
- Legea 258 din 2007 privind practica elevilor şi studenților;
- Ordinul nr.3955/ 2009 privind Cadrul general de organizare a stagiilor de practică în cadrul programelor de studii universitare de licență şi de masterat şi a Convenției – cadru privind efectuarea stagiului de practică în cadrul programelor de studii universitare de licență şi de masterat;
- Regulamentul de organizare şi desfăşurare a procesului de învățământ la ciclul de studii de licență din Universitatea „Politehnica" din Bucureşti şi Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iaşi;
- Carta Universității „Politehnica" din Bucureşti şi a Universității Tehnice "Gheorghe Asachi" din Iaşi.

3. Practica este o disciplină obligatorie, a cărei durată minimă este reglementată prin planul de învățământ, cu respectarea normelor în vigoare. Durata unui stagiu de practică în domeniul tehnic este de minimum 120 ore (3 săptămâni, 8 ore pe zi) în anii 2 şi 3 ai ciclului de studii de licență.

4. Practica se organizează în baza Convenției cadru privind efectuarea stagiului de practică, sub forma unui acord încheiat între organizatorul de practică, partenerul de practică şi studentul practicant (conform modelului din **Anexa 1**).

5. În baza Convenției cadru, partenerul de practică asigură, pe toată durata stagiului de practică, îndrumarea studenților prin desemnarea unui tutore, care asigură respectarea condițiilor de pregătire şi dobândire de către practicant a competențelor profesionale planificate pentru perioada stagiului de practică.

6. Obiectivele educaționale ce urmează a fi atinse, competențele ce urmează a fi obținute prin stagiul de practică, precum şi modalitățile de derulare a stagiului de practică sunt prevăzute în cadrul Contractului individual de practică (conform modelului din **Anexa 2**), document anexat Convenției cadru.

1.3. Organizarea şi desfăşurarea stagiului de practică

1. Calendarul activităților pentru organizarea şi desfăşurarea practicii se întocmeşte anual, de către organizatorul de practică şi de facultățile partenere (conform modelului din **Anexa 3**).

2. Activitatea de practică se desfăşoară pe baza unor teme cadru, propuse de către cadrele didactice implicate în proiect. Lista temelor cadru si a documentatiei aferente este prezentată în ghid.

3. Cerințele generale cu privire la activitatea de practică sunt următoarele:

a) Activitatea desfăşurată trebuie să asigure aplicarea în practică a cunoştințelor teoretice dobândite în cadrul activităților didactice academice. Activitățile desfăşurate trebuie să fie relevante specializării de electronică şi calculatoare.

b) Nu este neapărat necesar ca un student care termină anul II sau anul III să facă practică doar la disciplinele studiate anterior, practica în studioul TV fiind o modalitate de a dobândi competențe cognitive şi practice referitoare la echipamentele şi activitățile din studio.

c) Alegerea unei teme pentru practica anului II în cadrul unui studio TV poate fi continuată cu alegerea unei tematici similare/complementare şi pentru practica anului III. Totuşi se recomandă atât o diversificare a tematicilor alese, cât şi a locului de desfăşurare, astfel încât cunoştințele acumulate în activitatea de practică să fie cât mai diverse.

d) În cadrul stagiului de practică, studenții sunt obligați să îndeplinească obiectivele generale prevăzute în ghid şi să rezolve o temă propusă, prevăzută în Contractul individual de practică.

4. Perioada de realizare a practicii

Stagiile de practică prevăzute în planurile de învățământ ale anului II şi anului III se vor realiza în perioadele de practică precizate în structura anului universitar.

5. Selectarea studenților pentru practică într-un studio TV se realizează de către o comisie desemnată de conducerea facultății si, evetual partenerul de practica pe bază de interviu. Se au în vedere:

a) rezultatele profesionale;

b) nivelul de cunoştințe de specialitate adaptat exigențelor de la compania gazdă;

c) capacitatea de integrare într-o echipă de lucru;

d) abilități de comunicare.

Metodologia şi criteriile de selecție se anunță studenților prin mijloace specifice facultății cu 6 săptămâni înainte.

6. Contractul individual de practică se stabileşte de către cadrele didactice supervizoare ale facultăților tehnice implicate în proiect, studentul practicant şi tutorele desemnat de partenerul de practică. Contractul individual de practică va urmări detalierea activităților în funcție de domeniul de activitate şi particularitățile locului în care se va desfăşura stagiul de practică.

7. Reglementarea activității de practică între facultate, studentul practicant şi partenerul de practică se va realiza prin semnarea convenției cadru.

8. Prezentarea studenților la locul de practică se face în baza unei adrese eliberate de Decanatul Facultății, către instituția parteneră (conform modelului din **Anexa 4**), împreună cu cadrul didactic supervizor.

9. În prima zi de practică studentul va prezenta tutorelui desemnat de partenerul de practică următoarele documente: contractul individual de practică şi fişa de evaluare ce urmează să fie completată la finalul stagiului de practică (conform modelului din **Anexa 5**).

10. Studenții au obligația de a se prezenta la locul de practică în perioada stabilită, să respecte regulamentul de ordine interioară impus de conducerea instituției gazdă, să-şi însuşească cunoştințele cerute prin contractul individual de practică şi să elaboreze o prezentare a activității de practică (caiet de practică/portofoliu de practica).

11. Studentul îşi asumă întreaga răspundere pentru respectarea normelor de organizare şi de protecție a muncii specifice unității gazdă, pe toată durata desfăşurării practicii.

12. Studentul care absentează două zile nemotivat de la practică va fi considerat retras din activitatea de practică desfăşurată în cadrul

Proiectului **POSDRU/90/2.1/S/62591** şi nu i se vor deconta cheltuielile de călătorie şi nu va primi nici bursa în bani.

13. Absențele de pînă la o zi se recuperează.

14. Prezența la practică este obligatorie. În caz de boală sau alte cauze obiective, profesorul coordinator va decide soluția optimă în funcție de condițiile existente.

15. În cazul nerespectării de către practicant a acestui regulament, profesorul coordinator şi tutorele au dreptul de a anula convenția-cadru, după ce, în prealabil, au ascultat punctul de vedere al practicantului şi au înştiințat conducătorul facultății unde practicantul este înscris.

16. Subiectul de **Proiect în audio-vizual –** conceput/elaborat de către echipe multidisciplinare de practicanți, va fi stabilit de comun acord cu tutorii şi cadrele didactice supervizoare (**Anexa 6).** Aceste proiecte vor conta în evaluarea finală a parcticanților. Cele mai bune materiale vor fi transmise online pe site-ul proiectului şi pe postul de televiziune al solicitantului, cu respectarea prevederilor Legii drepturilor de autor.

1.4. Recunoaşterea şi evaluarea stagiului de practică

1. Recunoaşterea stagiului de practică se realizează prin acordarea punctelor de credit prevăzute în planul de învățământ.

2. Evaluarea competențelor dobândite de student în stagiul de practică se face continuu de către tutore şi prin colocviu, de către cadrele didactice supervizoare desemnate de facultățile tehnice implicate în proiect. Colocviu de practică se desfăşoară la sfârțitul perioadei de practică.

3. Evaluarea activității de practică:

a. La finalul stagiului de practică, tutorele completează fişa de evaluare a activității studentului (conform modelului din **Anexa 5**). Rezultatul acestei evaluări va sta la baza notării practicantului de către cadrul didactic responsabil cu derularea stagiului de practică.

b. În cadrul colocviului, studentul va prezenta rezultatele activității practice (caiet de practică/portofoliu de practică).

4. Activitatea de practică va fi evaluată în cadrul colocviului de practică numai dacă sunt îndeplinite următoarele condiții:

a) partenerul de practică a eliberat **o fişă de evaluare a activității de practică** conform modelului prevăzut în acest ghid.

b) Studentul a prezentat **caietul de practică/portofoliu de practica** şi a dovedit cunoaşterea aspectelor prevăzute în contractul individual de practică.

1.5. Obiective generale şi specifice ale stagiului de practică

Practica studenților de profil tehnic în cadrul unui studio TV urmăreşte realizarea unor obiective generale şi a unor obiective specifice.

1. Obiective generale urmărite prin activitatea de practică într-un studio TV

a) Cunoaşterea organizării şi a modului de derulare a activității în instituția (studioul TV) unde se efectuează practica. În acest sens se solicită întocmirea unei *organigrame organizatorice* la nivel de instituție.

b) Cunoaşterea modului de organizare şi a activităților derulate în compartimentele funcționale în care se desfăşoară practica. În acest sens, se solicită realizarea unei diagrame de relații între posturile din interiorul compartimentului respectiv (în care să fie cuprinse posturile tehnice, artistice şi de organizare) precum şi relațiile cu celelalte compartimente ale instituției.

c) Cunoaşterea legislației şi a normelor în vigoare care vizează activitatea unui studio TV şi pe baza cărora se desfăşoară operațiunile specifice unei astfel de instituții. În acest context, studenții trebuie să-şi însuşească reglementările şi prevederile interne ale instituției respective (norme interne, circulare etc.).

d) Însuşirea unui limbaj specific, înțelegerea unor concepte de bază ale domeniului şi utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională.

e) Executarea lucrărilor curente încredințate de reprezentanții unității unde efectuează practica.

f) Întocmirea caietului de practică/portofoliului de practică. Acesta trebuie să cuprindă: descrierea cronologică succintă a activității desfăşurate în fiecare zi şi consemnarea aspectelor legate de modul de cooperare dintre compartimentele tehnice, artistice şi organizatorice ale unui studio TV şi detalierea temei alese.

g) Deprinderea de abilități legate de lucrul în echipă.

2. Obiectivele specifice urmărite prin activitatea de practică într-un studio TV

Cunoaşterea şi exploatarea echipamentelor tehnice optice, audio, video, şi de transmisie care se află în studio, precum şi mediile software

aferente. Activitatea de practică va permite dobândirea unor competențe necesare desfăşurării activităților tehnice pentru formarea studenților ca:

- specialist în lumini;
- specialist audio;
- specialist video;
- specialist în procesare de imagini şi animații;
- specialist în transmisie;
- specialist în dezvoltarea de aplicatii software pentru procesarea de imagine, sunet şi animație;
- specialist în dezvoltarea aplicațiilor de gestiune şi control a fluxurilor mari de date;
- specialist în proiectarea, implementarea, administrarea, şi mentenanța sistemelor de calcul;

1.6. Competențe dobândite prin stagiile de practică

Această practică permite valorificarea şi aplicarea cunoştințelor obținute la cursurile de specialitate din primii ani de studii, vizând acumularea de competențe cognitive şi practice, după cum urmează:

1. Competențe cognitive

- să cunoască noțiuni fundamentale de optică şi fotometrie;
- să cunoască noțiuni fundamentale de acustică;
- să cunoască echipamentele audio din studio;
- să cunoască echipamentele video din studio;
- să cunoască standarde pentru transmisia analogică şi digitală a semnalelor audio-video;
- să cunoască standarde folosite în compresia video;
- să cunoască noțiuni fundamentale despre tehnici şi protocoale pentru emisia RF (transmițătoare UHF, antene, linii de tensiune, filtre de putere, modulatoare digitale, compatibilitate electromagnetică);
- să aibă noțiuni fundamentale de programare a calculatoarelor in domeniul procesarii audio, video si al generarii automate de secvente video animate;
- să aibă noțiuni fundamentale de programare a sistemelor informatice complexe: sisteme de calcul, retele de calculatoare, sisteme de transmisie a datelor de mari dimensiuni;

2. Competențe practice (funcționale)

- să folosească echipamentele din studio;
- să realizeze interconexiuni între echipamente;

- să efectueze operații de configurare şi reglaj pentru echipamentele din studio;
- să efectueze periodic operațiuni de mentenanță a echipamentelor;
- să configureze o structură minimală a unui studio TV;
- să conceapa, să programeze si să dezvolte sisteme software pentru procesarea imaginilor, a sunetelor şi pentru realizarea animatiilor;
- să proiecteze, configureze, implementeze, administreze şi să întrețină rețelele de calculatoare ce conectează sistemele de calcul din cadrul studioului TV;

3. Discipline din programa analitică în legătură cu activitatea de practică

Grafica pe calculator, Progamarea calculatoarelor si limbaje de programare, Dispozitive electronice, Semnale, circuite si sisteme, Transmisia si codarea informatiei, Circuite electronice fundamentale, Circuite integrate analogice, Introducere în comunicații, Televiziune Aparate electronice de măsură şi control, Procesari de imagini si prelucrarea semnalului vocal, Electroacustică, Sisteme audio video digitale, Echipamente periferice şi interfațare om calculator, Tehnici de interconectare in electronica, Inginerie software, Sisteme de comunicații, Antene şi propagare, Utilizare avansată Internet – Programare Web (Java, JavaScript, PHP), Comunicații mobile, Rețele de calculatoare şi sisteme de operare, Comunicații digitale, Radiocomunicatii, Tehnologie electronică, Comunicatii optice, Compatibilitate electromagnetică, Metode avansate de prelucrare a semnalelor, Tehnici de compresie a semnalelor multimedia, Programare orientata pe obiecte, Elemente de grafica pe calculator, Baze de date, Interactiunea om-calculator, Procesarea semnalelor, Sisteme de prelucrare grafica, Utilizarea bazelor de date, Calculatoare numerice, Arhitectura Sistemelor de Calcul, Protocoale de Comunicatie, Proiectarea asistata de calculator a modulelor electronice, Rețele locale de calculatoare, Integrarea sistemelor infomatice, Proiectarea rețelelor, Sisteme de programe pentru rețele de calculatoare, Sisteme de operare, Proiectarea cu microprocesoare, Testarea sistemelor de calcul.

1.7. Dispoziții finale

1. Anexele 1, 2, 3, 4, 5 si 6 fac parte integrantă din prezentul regulament.
2. Prezentul ghid de organizare a stagiilor de practică într-un studio TV este aprobat în Consiliul Facultăților din care fac parte studenții practicanți.
3. Prezentul ghid de practică poate fi modificat şi completat de echipele de experți şi avizat ulterior de Consiliul Facultății.

LUCRARI DE PRACTICĂ

LUCRARE PRACTICĂ NR. 1

LP-1. Televiziunea şi lanțul de televiziune. Elemente ale lanțului TV

1. Tema lucrării

Televiziunea şi Lanțul de televiziune. Elemente ale lanțului TV.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal definirea noțiunii de televiziune, a lanțului de televiziune şi a echipamentelor principale ce compun acest lanț.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1. Sisteme de televiziune. Lanțul de televiziune

Văzul (vederea), auzul, mirosul , gustul şi pipăitul sunt cele 5 „simțuri fizice" ale omului iar ochii, urechile, nasul, limba şi pielea sunt organele de simț. Cu ajutorul acestora omul cunoaşte lumea înconjurătoare.

Văzul reprezintă capacitatea omului de a detecta lumina şi de a o transforma într-o senzație nervoasă percepută ca imagine. Cu ajutorul ochilor poți să determini forma, culoarea şi mărimea corpurilor, poți aprecia distanța dintre corpuri, poți sesiza mişcarea şi sensul de deplasare al corpurilor. Văzul este cel mai important simț al omului, furnizând cca.70% din informațiile mediului înconjurător care ajung la creier.

De obicei, prin **imagine** se înțelege „reproducerea sau reprezentarea mediului înconjurător aşa cum este el perceput de către om, prin intermediul vederii". Din punct de vedere tehnic, imaginea reprezintă o distribuție spațială de radiații optice emise de corpurile din mediul înconjurător. Dacă admitem drept sursă locală de lumină fiecare punct de pe suprafața unui obiect, atunci imaginea optică a obiectului poate fi descrisă printr-o funcție L(x, y, z, λ, t) unde x, y şi z sunt coordonatele spațiale ale unui punct, λ reprezintă lungimea de undă a radiației optice iar timpul t subliniază ideea de mişcare a imaginii. În cazul imaginilor plane

(caz specific televiziunii) lipseşte coordonata z. Imaginile pot fi **cromatice** (în culori) sau **acromatice** (aşa numitele imagini „alb-negru"). În acest din urmă caz lipseşte şi coordonata λ.

Televiziunea *reprezintă un ansamblu de tehnici şi metode prin care sunt transmise la distanță imagini* ***în mişcare,*** *transmiterea făcându-se prin intermediul unor semnale electrice (mijloace electronice); de regulă imaginea în mişcare este însoțită şi de sunetul asociat.*

Specific televiziunii este faptul că imaginea se modifică în timp (imagine în mişcare).

În conformitate cu această definire, un **sistem de televiziune** reprezintă ansamblul de echipamente precum şi protocoalele de funcționare a lor care asigură transmiterea la distanță a imaginii TV şi a sunetului asociat.

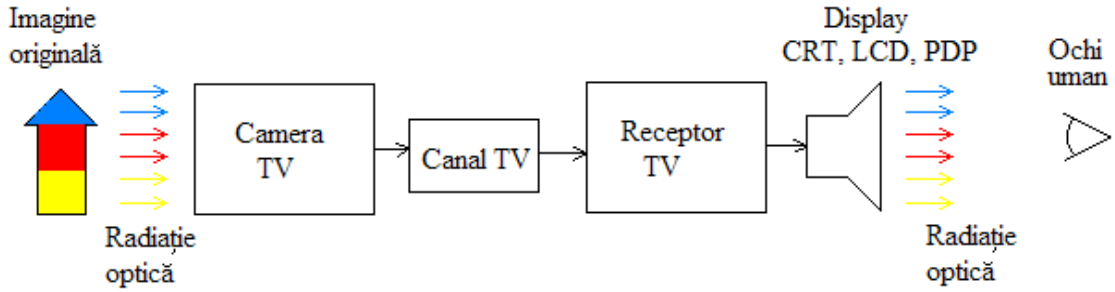


Fig.1. Lanțul de televiziune

Echipamentele sistemului de televiziune formează aşa numitul „lanț de televiziune" care se compune din:

Camera TV – este blocul care asigură transformarea imaginii optice plane în semnal electric numit **semnal de televiziune** (fie el notat s(t)); în acest scop camera este prevăzută cu un sistem optic care micşorează şi focalizează imaginea pe traductorul opto- electronic; urmează un proces de analiză a imaginii formată pe traductor în urma căruia se formează semnalul de televiziune s(t).

Canal TV – este canalul de comunicație prin care se asigură transmiterea semnalului de televiziune s(t); în funcție de mediul de

transmitere, canalele pot fi **canale radio** (undă electromagnetică) sau **canale optice** (fibră optică).

Receptor TV – este blocul care asigură transformarea semnalului de televiziune recepționat în imagine optică, situată la îndemâna utilizatorului; principalul element al receptorului este traductorul (display) care asigură transformarea inversă față de cameră; principalele tipuri constructive folosite la ora actuală sunt:

Display CRT - **C**athode **R**ay **T**ube (tub cu rază catodică);

Display LCD - **L**iquid **C**rystal **D**isplay (display cu cristale lichide);

Display PDP - **P**lasma **D**isplay **P**anel (display cu plasmă);

Se observă şi din descrierea lanțului TV că problema specifică televiziunii este transformarea funcției multidimensionale L(x, y, λ, t) într-un semnal monodimensional s(t) (denumit şi semnal video – SV), transmiterea acestuia pe canal şi apoi reconstituirea unei imagini L_{rec}(x, y, λ, t) cât mai „fidel" posibil.

Camera TV

Aşa cum s-a spus, camera de televiziune are rolul de a transforma imaginea optică în semnal video. Din această cauză camera TV conține atât un sistem optic cât şi o parte electronică, fig.2 şi fig.3.

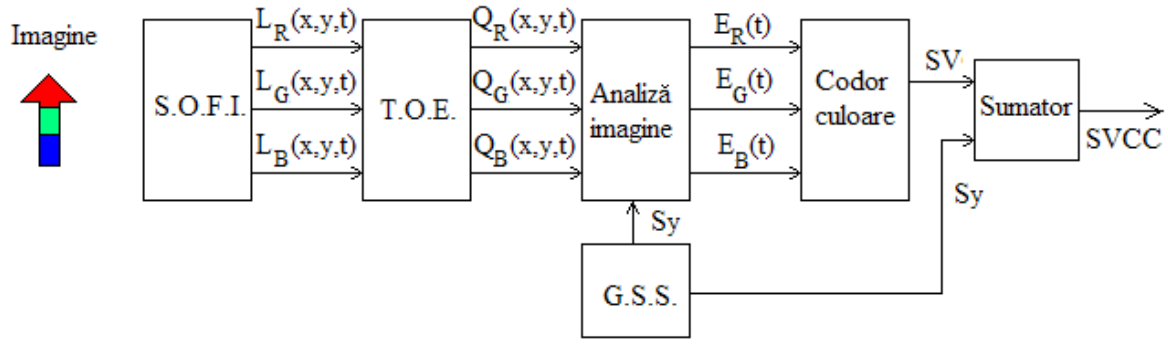


Fig.2. Camera TV

În structura camerei TV deosebim:

SOFI – Sistem optic de formare a imaginii. Reprezintă un ansamblu de lentile, filtre optice, prisme şi oglinzi care au rolul de a micşora şi focaliza imaginea optică pe traductor (cu denumirile de „obiectiv video" şi „teleobiectiv"). În cazul imaginilor color tot SOFI are rolul de a separa imaginea originală în trei imagini distincte, corespunzătoare celor trei culori primare RGB (Red, Green, Blue – Roşu, Verde, Albastru). Altfel spus, imaginea originală L(x, y, λ, t) este descompusă în trei imagini L_R(x, y, t), L_G(x, y, t) şi L_B(x, y, t) corespunzătoare culorilor primare.

TOE – Traductor opto-electronic. Traductorul are rolul de a transforma imaginea optică în **imagine de sarcini electrice**, pe care le-am notat cu Q. Evident, în cazul televiziunii color există trei traductoare distincte.

Analiză imagine – imaginea de sarcini electrice se formează pe suprafața traductorului şi apoi este explorată punct cu punct prin diverse metode care se vor vedea în alte capitole. Concomitent cu explorarea imaginii la ieşirea blocului se obține semnalul electric E(t) care descrie fidel relieful de sarcini electrice explorate.

Codorul de culoare – în cazul televiziunii color, după blocurile de analiză se obțin trei semnale electrice E_R(t) , E_G(t) şi E_B(t). Acestea sunt astfel prelucrate (modulate) încât să se obțină un singur semnal, denumit Semnal Video Complex de Culoare – SVCC.

GSS – Generatorul de Semnal de Sincronizare. Acest generator generează semnalul de sincronizare notat Sy care conduce şi pilotează explorarea imaginii. Acest semnal se regăseşte şi în semnalul SVCC - vezi blocul sumator care adaugă în semnalul final şi componenta de sincronizare. În acest mod, semnalul de sincronizare Sy este transmis prin canal către receptor şi permite ca explorarea de pe display-ul de redare să se execute perfect sincron cu explorarea care s-a efectuat în camera TV.



Fig. 3. Camera TV profesională

3.3. Canalul TV şi receptorul TV

Canalul TV este reprezentat în fig. 4.

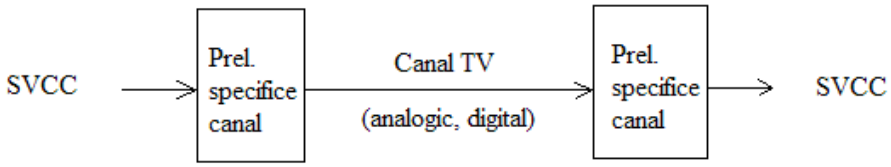


Fig. 4. Canalul TV

Pentru canal remarcăm faptul că în funcție de tipul canalului (analogic sau digital, radio, cablu sau fibră optică, etc.) la intrarea în canal se efectuează unele prelucrări specifice iar la ieşirea din canal se efectuează prelucrările complementare – modulare/demodulare, codare/decodare, multiplexare/demultiplexare, etc.

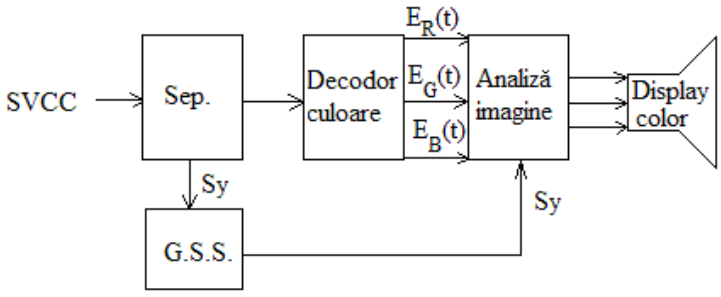


Fig.5. Receptor TV

Receptorul de regulă are o construcție duală cu cea a camerei :

Sep – separatorul este blocul care separă semnalul de sincronizare S_y astfel încât acesta să sincronizeze sincrogeneratorul receptorului cu cel din camera TV.

GSS – generatorul de semnale de sincronizare generează semnale care conduc analiza de imagine de la redare şi sunt sincrone cu cele din camera TV.

Blocul de analiză a imaginii împreună cu display-ul color asigură redarea imaginii.

***Observație*:** într-un lanț TV este important ca de la cameră la receptor să ajungă cele 3 semnale de culoare E_R, E_G şi E_B şi informația de sincronizare. Acest lucru se poate realiza şi prin canale distincte, fig.6. Evident acest lucru se aplică acolo unde pot exista cu uşurință cele trei canale, de exemplu de la un DVD-player până la receptor, într-un studio TV, etc.

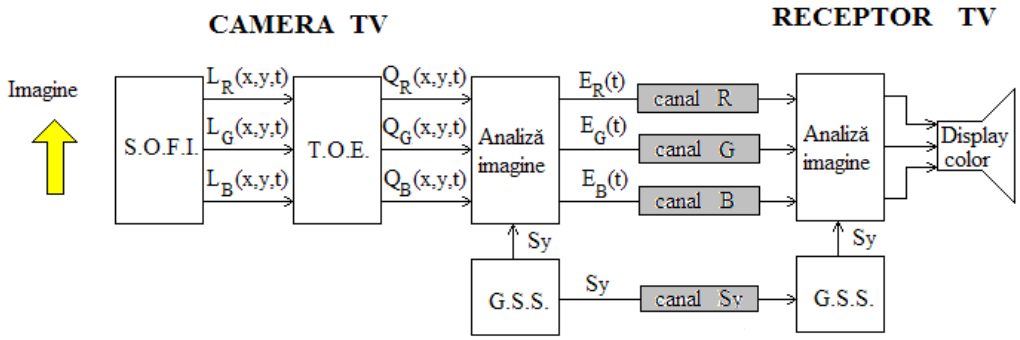


Fig.6. Conectarea dintre cameră şi receptor prin 4 canale

3.4. Camere TV; structură, tipuri constructive

În fig.7. se prezintă structura unei camere TV moderne care pune în evidență existența unei părți optice şi a unei părți electronice.

Sistemul optic se compune din:

Obiectivul optic constă într-un ansamblu de lentile care focalizează imaginea exact pe traductoarele TA; prin diafragmă (iris) se reglează cantitatea de lumină incidentă pe traductoare la o valoare optimă. Reglarea obiectivului se poate realiza manual, automat sau de la distanță prin comenzile transmise de la CCU (**C**amera **C**ontrol **U**nit – unitatea de control a camerei TV).

Ansamblul trichroic este compus din două prisme dichroice care realizează separarea imaginii în trei imagini corespunzătoare culorilor primare: roşu, verde şi albastru (**R**ed, **G**reen, **B**lue de unde şi denumirea de sistem RGB).

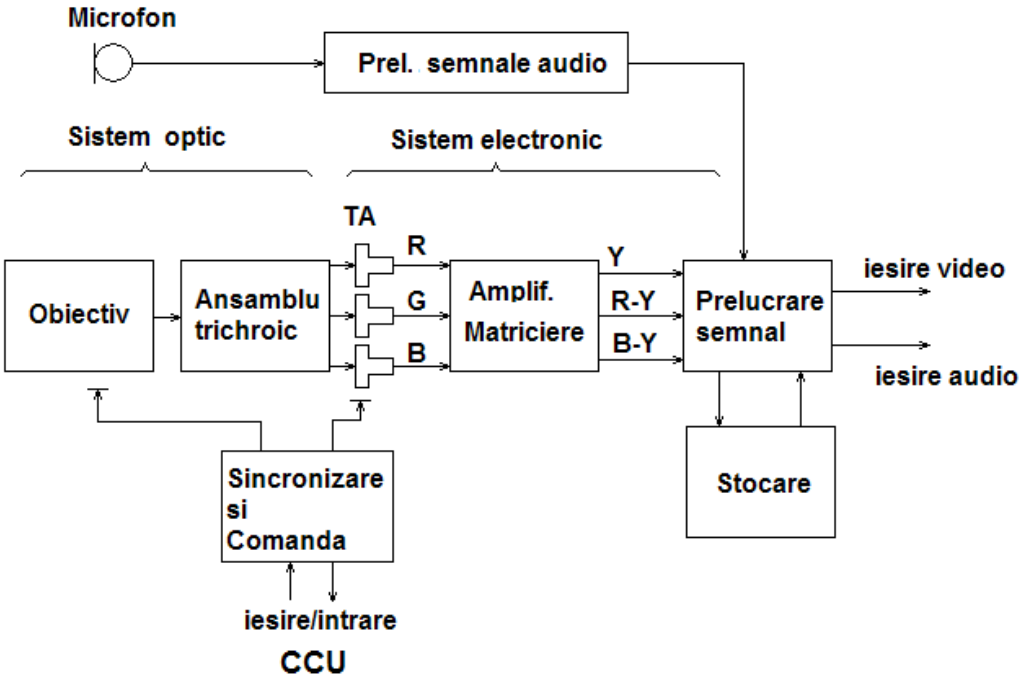


Fig.7. Structura unei camere TV



Fig.8. Obiectiv optic

Sistemul electronic începe cu traductoarele de analiză, notate TA, în număr de trei (câte una pentru fiecare culoare), care au parametrii identici şi de regulă sunt de tipul CMOS. Acestea furnizează la ieşirea lor tensiunile video Er, Eg, Eb, denumite **semnale primare de culoare**. Pentru simplitate acestea au fost notate R, G şi B. Urmează corectoarele de gamma care au ca scop compensarea neliniarităților transformărilor strălucire – tensiune şi tensiune – strălucire ale tuburilor videocaptoare, respectiv cinescopului tricrom. Semnalele (astfel corectate) sunt aplicate la trei amplificatoare video de cale, la ieşire obținându-se semnalele R, G şi B astfel reglate încât, pentru o imagine albă aflată în fața camerei, ele să fie egale, adică R=G=B.

Pentru albul de strălucire maximă se consideră R = G = B = 1 iar pentru negru R = G = B = 0 ; pentru nivele intermediare (nivele gri) 0 < R=G=B <1.

În majoritatea sistemelor de transmitere a semnalelor video se folosesc combinații ale semnalelor primare de culoare şi anume semnalul **luma** (denumit uneori şi semnal de luminanță) notat Y şi semnalele **croma** (sau semnalele de crominanță) notate R-Y şi B-Y.

Pentru Y se foloseşte binecunoscuta relație

$$Y = 0{,}299 \cdot R + 0{,}587 \cdot G + 0{,}114 \cdot B \approx 0{,}3 \cdot R + 0{,}59 \cdot G + 0{,}11 \cdot B$$

Aceste trei semnale (luma şi cele două de croma) se regăsesc **cu diverse notații** în toate cazurile de prelucrare modernă a imaginilor video :

- YUV folosit în cazul sistemului PAL
- YC_RC_B folosit pentru semnale digitale (standard ITU-R BT.601)
- YP_RP_B folosit pentru semnale analogice (standard ITU-R BT.601)

Semnalele Y, R-Y şi B-Y pot fi calculate prin mijloace analogice sau digitale.

În timp ce relația pentru calculul lui Y este aceeaşi în toate cazurile, semnalele diferență de culoare sunt normalizate, în afară de simpla diferență făcându-se şi o multiplicare cu coeficienți bine stabiliți în standarde.

Camera TV poate fi prevăzută cu mijloace de stocare (memorare) a semnalului de imagine:

Beta cam – stocare pe bandă magnetică (fie sub formă **analogică fie digitală**)

HD cam – stocare pe Hard Disk (evident numai sub formă digitală)

Din punct de vedere funcțional există două tipuri de camere video profesionale:

- Cameră portabilă (high-end camera); are capacitatea de a înregistra imaginea; se comportă autonom, putând funcționa fără a fi în legătură cu alte echipamente.
- Cameră de studio; aceasta doar captează imaginea; de obicei sunt fixate pe trepiede şi sunt conectate prin cablu cu alte echipamente din studio.

Camerele profesionale portabile sunt, în general, mult mai mari decât cele de larg consum şi sunt proiectate astfel încât să fie purtate pe umăr. În acest fel se eliberează mâna pentru a se putea face diverse reglaje.



SONY Handycam- cameră de ținut în mână



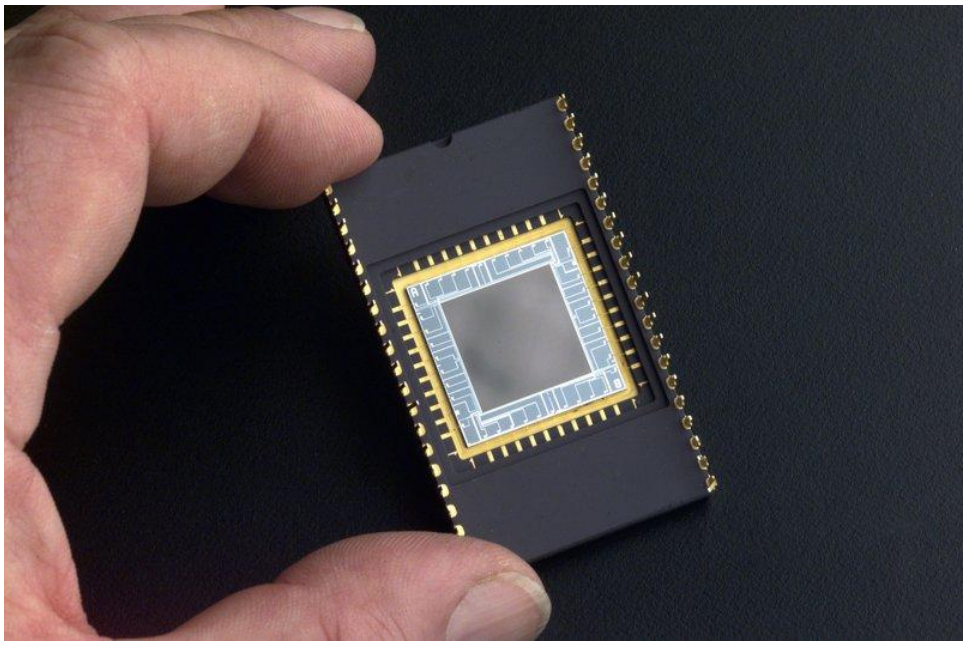
Cameră video profesională portabilă SONY Video 8 PRO



Teleprompter



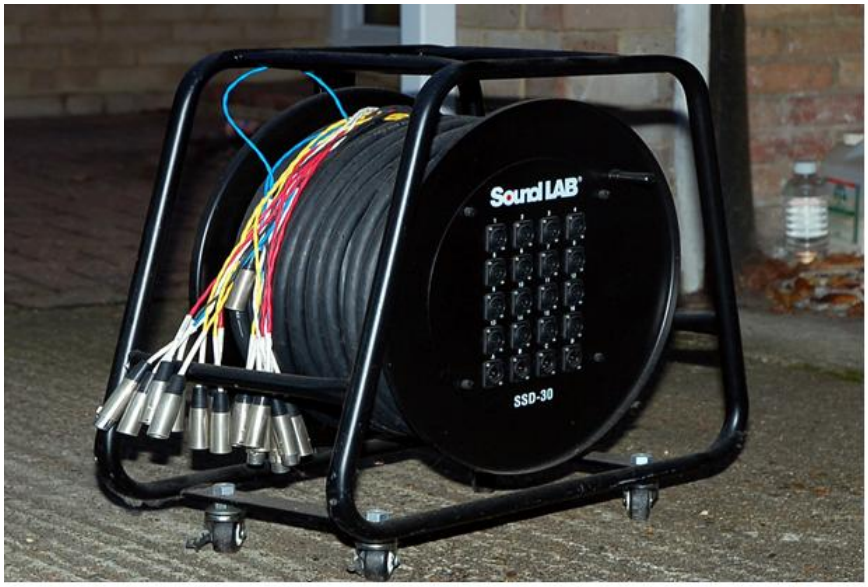
Trepied pentru camera TV



Senzor de imagine CCD (similar este şi senzorul CMOS)



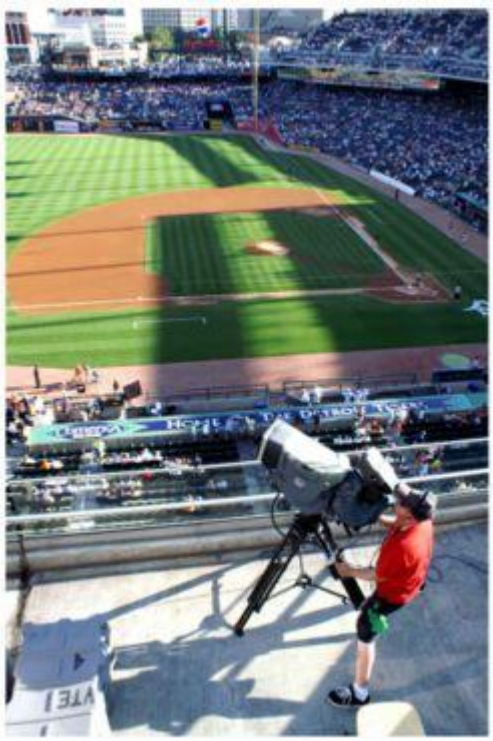
Cameră pentru studio



Cablu multicore



Cablu triaxial



Transmiterea unui meci cu o cameră fixă

Majoritatea camerelor de studio stau pe podea; de obicei, au mecanisme pneumatice sau hidraulice cu ajutorul cărora se reglează înălțimea şi sunt prevăzute cu roți.

Orice cameră video, când este utilizată împreună cu alte camere video într-un echipament de studio, este controlată de un dispozitiv cunoscut sub denumirea de CCU (**C**amera **C**ontrol **U**nit). Printre altele, acesta asigură sincronizarea explorării imaginii între camerele conectate la el. Legătura dintre cameră şi CCU se face prin intermediul unui cablu triaxial (cablu coaxial care are in plus încă un înveliş izolator şi unul conductor) sau a unui cablu multicore. CCU împreună cu alte echipamente sunt instalate în camera de control.



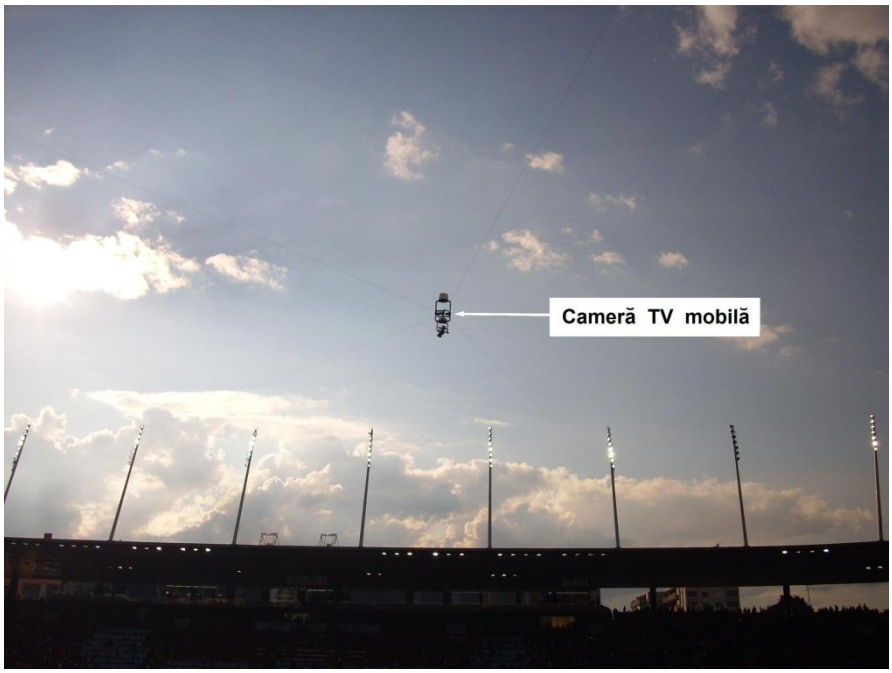
Bandă VHS (sus) şi două benzi Betacam; se vede diferența între dimensiunile lor



Digital Betacam tape



Cameră mobilă la meciul Italia-România de la Campionatul European de Fotbal 2008



Cameră mobilă la meciul Italia-România de la Campionatul European de Fotbal 2008


SONY
CAMERA CONTROL UNIT CCU-D50

CCU


SONY
MONITOR SELECT
R
G
B
-G
ENC
AUTO
MAN
AUTO SETUP
START
BREAK
IRIS
PANEL ACTIVE
TALLY
ND
GAMMA
KNEE
DETAIL
FILTER
GAIN
WHITE
BLACK
CABLE COMP
CALL
CC
POWER
ON
OFF
PGM
MIC
ON
INCOM
COMM
OUTPUT
CAM
BARS
TEST
W/B BAL
AUTO
MAN
PRESET
AWB
ABB
SHUTTER
ON
OFF
MASTER BLACK
CAMERA CONTROL UNIT

CCU

Echipamente utilizate

Camera video TV , monitor TV, cabluri de legătură, mixer, video-recorder.

Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele abilități:

Să cunoască ce este televiziunea şi să identifice principalele elemente ale unui sistem de televiziune.

Să recunoască principalele echipamente ale unui lanț TV şi să identifice funcțiunile acestora.

Să identifice şi să proiecteze structura unei arhitecturi minime pentru un studio TV .

Să realizeze interconexiuni între diversele echipamente ale lanțului TV (camere, emițător, monitoare, mixer, CCU).

Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor identifica echipamentele de studio (camere, monitoare, etc.) şi se vor analiza modurile de realizare a interconexiunilor între acestea precum şi semnalele care se vehiculează între aceste echipamente.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 2

LP-2. Metode de explorare a imaginii utilizate în televiziune

1. Tema lucrării

Metode de explorare a imaginii utilizate în televiziune.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de modul în care este explorată imaginea de televiziune.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1. Imagini în mişcare

Conform definiției date pentru sistemul de televiziune, specific acestuia este faptul că urmăreşte să transmită imagini în mişcare. Crearea senzației de mişcare continuă se bazează pe fenomenul de fuziune temporală a imaginilor specific percepției vizuale umane. În conformitate cu acest fenomen, dacă ochiului uman îi sunt oferite imagini distincte care se succed cu o frecvență mare (la un interval de timp mic), atunci omul nu mai percepe aceste imagini ca fiind distincte ci le percepe ca o imagine continuă. Se spune că se produce „senzația de fuziune temporală a imaginilor”.

Frecvența minimă la care se produce senzația de fuziune poartă numele de „frecvență critică de fuziune”. Valoarea acesteia, stabilită experimental, este de aproximativ f_c = 46 Hz. Această valoare nu este fixă, ea putând să difere în funcție de următorii factori:

- luminozitatea imaginii (pentru imagini mai întunecate fuziunea se produce la frecvențe mai mici);
- dimensiunea imaginii (pentru detalii fuziunea se produce la frecvențe mai mici);
- culoarea imaginii;

Fenomenul de fuziune temporală a imaginilor se produce la orice frecvență mai mare decât frecvența critică de fuziune. Mai mult chiar, pentru frecvențe mici, apropiate de valoarea critică, este posibil ca ochiul uman să perceapă senzație de pâlpâire a imaginii (lumină intermitentă)

care în timp duce la oboseală; în cazul folosirii unor frecvențe de reluare a imaginilor sensibil mai mari decât valoarea critică, ochiul percepe imaginea în mişcare mult mai confortabil.

Această comportare specific văzului uman este exploatată în televiziune în sensul următor: televiziunea transmite într-un flux continuu o succesiune de imagini fixe care se succed cu frecvență mai mare decât frecvența de fuziune. Acesta este mijlocul prin care se creează senzația de imagine în mişcare continuă: se transmit imagini fixe care se succed cu viteză mare !

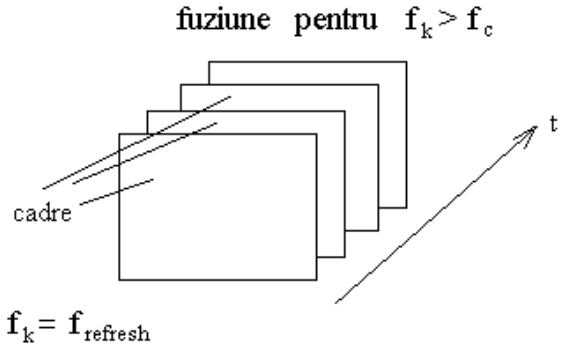


Fig.1. Televiziunea transmite o succesiune rapidă de imagini fixe

În televiziune, o imagine fixă poartă numele de „cadru”. Frecvența de transmitere a imaginilor fixe se numeşte frecvența cadre (notată f_k) sau frecvența de refresh (denumire folosită în special pentru monitoarele calculatoarelor).

Fiecare cadru de televiziune (imagine fixă), la rândul său, este explorat şi transmis punct cu punct. În cele ce urmează vom analiza metodele de explorare a unei imagini de tip cadru şi felul în care această explorare este reluată la fiecare nou cadru ceea ce se va denumi explorarea imaginii în televiziune.

3.2. Explorare liniară cu viteză constantă

Imaginea de televiziune are forma dreptunghiulară. Totalitatea punctelor unei imagini TV poartă numele de cadru. Pentru a putea crea senzația de continuitate a imaginii, cadrele sunt reluate succesiv, cu o frecvență mai mare decât frecvența de fuziune a ochiului (frecvența de “refresh”).

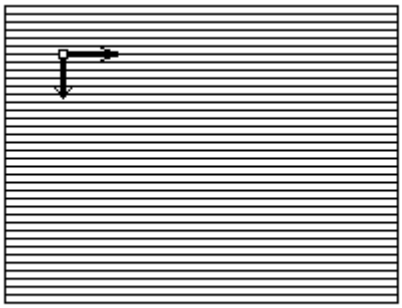


Fig. 2. Rastru TV

În funcție de natura aplicației (imagini TV, imagini radar) detaliile imaginii pot fi explorate în diverse moduri (liniar, circular).

În cazul televiziunii, atât datorită formei imaginii (dreptunghiulară) cât şi datorită modului de construcție a primelor dispozitive de captate şi redare a imaginii (tuburi cu vid utilizând pentru explorare fascicole de electroni) a fost standardizată explorarea liniară: *imaginea TV este explorată linie cu linie de sus în jos, iar în cadrul unei linii, de la stânga la dreapta*. Ambele deplasări ale elementului de explorare (de sus în jos şi de la stânga la dreapta) se efectuează cu viteză constantă.

Totalitatea liniilor de explorare ale unui cadru poartă numele de rastru.

Dacă vom nota cu x(t) şi y(t) deplasarea elementului de explorare pe orizontală, respective pe verticală, Fig.3, atunci aceste deplasări vor avea graficele sub forma de “dinte de fierăstrău”

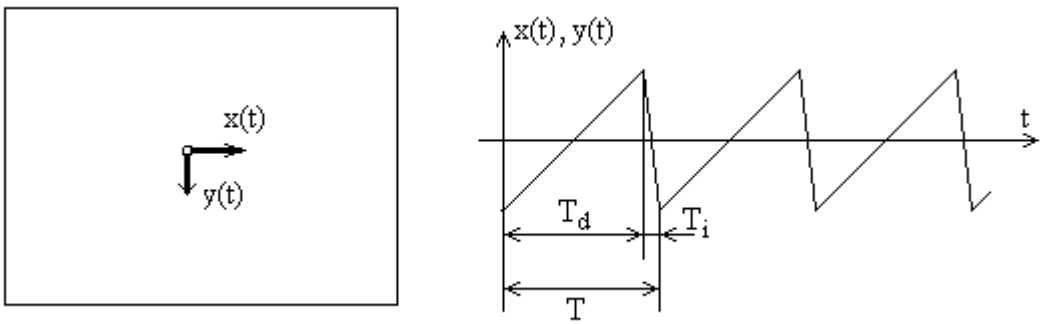


Fig. 3. Explorare liniară pe orizontală şi verticală

În legătură cu o astfel de deplasare se poate pune în evidență:

- coordonata 0 corespunde poziției din centrul imaginii (atât pentru x(t) cât şi pentru y(t));
- $T = T_d + T_i$, perioada de repetiție a deplasării;
- T_d , durata cursei directe (activă sau utilă); în acest interval de timp elementul de explorare explorează imaginea şi din această cauză este foarte important ca deplasarea să se facă cu viteză constantă, vezi şi Fig.2;
- T_i , durata cursei de întoarcere (cursa inversă); pe durata cursei de întoarcere, elementul de explorare este blocat (în mod concret, de exemplu, în cazul tubului cinescop, fascicolul de electroni este blocat) şi în consecință, în această porțiune nu interesează liniaritatea deplasării; de regulă interesează numai faptul ca această cursă (inversă) să dureze cât mai puțin. Pe durata cursei inverse are loc întoarcerea elementului de explorare (de la dreapta la stânga pentru explorarea pe orizontală şi de jos în sus pentru explorarea pe verticală);

În mod consacrat se vor folosi notațiile:

H pentru deplasarea pe orizontală

V pentru deplasarea pe verticală

Ca urmare se poate scrie:

$$T_H = T_{dH} + T_{iH}$$

$$T_V = T_{dV} + T_{iV}$$

Elementul de explorare este supus simultan deplasărilor pe orizontală şi pe verticală, rezultând combinarea celor două deplasări. În funcție de modul de alegere a perioadei semnalului pentru cele două deplasări, se poate obține explorare liniară simplă (neîntrețesută – non interlaced) sau explorare întrețesută (interlaced).

3.2.1.Explorare liniară simplă (progresivă)

Perioadele de explorare pe verticală, T_V şi pe orizontală, T_H, se aleg astfel încât raportul între ele să fie un număr întreg. Se notează acest număr cu z, el reprezentând numărul de linii

$T_V = z \cdot T_H$

Mai mult chiar, duratele curselor directe şi inverse ale explorării pe verticala se aleg la fel, adică :

$T_{dV} = z_d \cdot T_H$

$T_iv = z_i \cdot T_H$

Cu aceste notații se poate scrie

$T_V = T_{dV} + T_{iV} = (z_d + z_i)T_H$

de unde,

$z = z_d + z_i$

În Fig.4., pentru exemplificare, s-a reprezentat rastrul TV pentru situația în care s-a ales: $z_d = 7$, $z_i = 2$ şi $z = 9$; de unde $T_V = 9*T_H$.

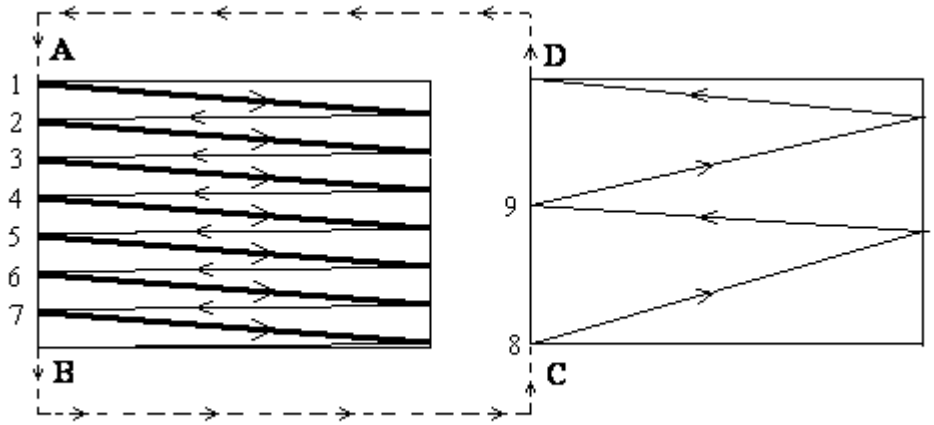


Fig. 4. Explorare liniară simplă (progresivă)

În Fig.4. se observă faptul că datorită combinării celor două deplasări, pe orizontală şi pe verticală, rastrul nu este perfect orizontal, liniile sale fiind uşor “aplecate” spre dreapta. Fiecare linie prin care este explorată imaginea prezintă cursa directă, de la stânga la dreapta (reprezentată mai îngroşat) şi cursa de întoarcere, de la dreapta la stânga (reprezentată cu linie subțire). Întoarcerea pe verticală se face pe durata a două linii complete şi aceasta nu participă la explorarea imaginii.

Graficele pentru deplasările x(t) şi y(t) sunt reprezentate în fig.5.

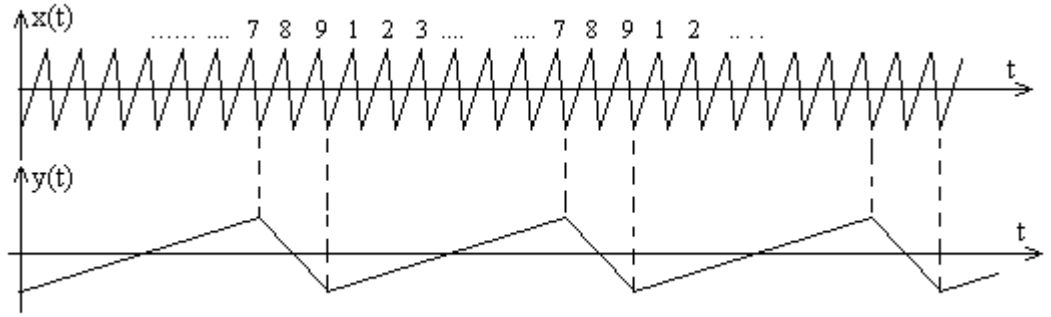


Fig. 5. Explorare liniară simplă; graficele pentru cele două deplasări

După o perioadă T_V, explorarea se reia exact pe acelaşi traseu, de unde rezultă că perioada de explorare a unui cadru coincide cu perioada de explorare pe verticală, adică $T_K = T_V$

Se remarcă faptul că raportul z între perioadele T_V şi T_H reprezintă de fapt “numărul total“ al liniilor cu care este explorat un cadru. Dintre acestea, numai z_d reprezintă linii active de explorare a imaginii, restul, z_i, reprezentând liniile de întoarcere pe verticală. Mai mult chiar, numai cursa directă a celor z_d linii de explorare participă la explorarea imaginii, restul reprezentând “balastul “ necesar pentru cursele de întoarcere (orizontală şi verticală).

3.2.2. Explorare liniară întrețesută

Perioadele de explorare pe orizontală T_H şi pe verticală, T_V , se aleg de aşa manieră încât între ele să existe relația:

$T_V = (k+1/2)T_H$ unde k este număr întreg.

Pentru exemplificare, Fig.6., s-a ales situația apropiată de cea analizată pentru explorarea simplă şi anume: $T_V = 9.5T_H$ (față de $T_V = 9\ T_H$), iar $T_{dV} = 7.5T_H$ şi $T_{iV} = 2T_H$.

Deoarece T_{dV} este de forma "(nr.întreg+1/2)linii", prima explorare a imaginii începe în capătul din stânga sus (punctual A, Fig. 5.) şi se încheie la mijlocul unei liniei (punctual B). Durata cursei de întoarcere T_{iV} este un număr întreg de linii (2 în cazul nostru) şi în aceste condiții această explorare începe şi se sfârşeşte încheie tot la mijlocul unei linii (începe în punctual C şi se încheie în punctual D). În consecință, a doua perioadă de explorare T_V va începe de la mijlocul unei linii, punctual E.

Dacă deplasările au loc perfect liniar, atunci această nouă explorare va parcurge cele 9,5 linii (7,5 directe şi 2 de întoarcere) care vor fi plasate exact la mijlocul distanței dintre două linii succesive ale primei explorări, adică întrețesut, comparativ cu prima explorare. Deoarece de data aceasta explorarea a început cu o jumătate de linie (punctual E), explorarea se va termina la capătul unei linii (punctual F şi apoi G şi H) , astfel că a treia perioadă va însemna o explorare care se suprapune exact cu prima; în acest fel, întregul proces de explorare se va relua periodic începând cu a treia perioadă de explorare T_V.

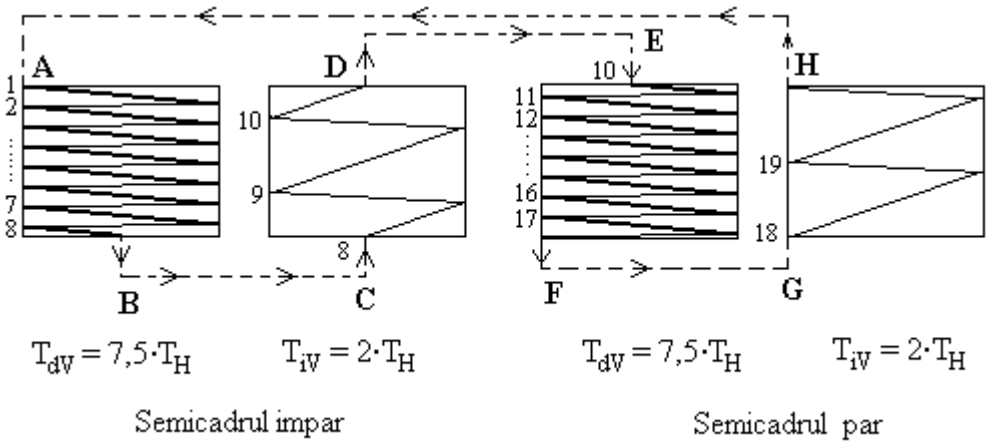


Fig.6.a. Explorare întrețesută; Traseul parcurs de elementul de explorare

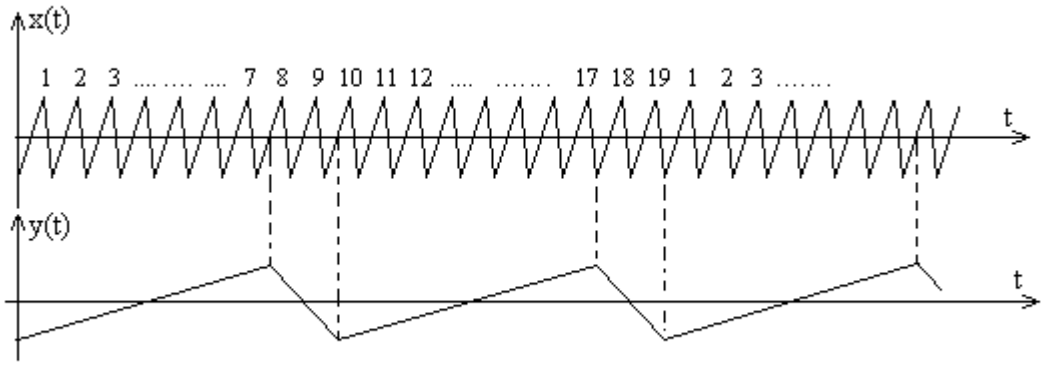


Fig.6.b. Explorare întrețesută; graficele pentru deplasările pe orizontală şi pe verticală



Fig. 7. Explorare întrețesută: rastrul TV

De data aceasta explorarea periodică a unui cadru va fi de durată $T_K = 2T_V$, un cadru fiind format din două semicadre (sau două "câmpuri"):

- semicadrul liniilor impare (reprezentate cu linii îngroşate)
- semicadrul liniilor pare (reprezentate cu linii subțiri).

În cazul explorării întrețesute, un cadru are numărul total de linii obținut din însumarea liniilor corespunzătoare celor două semicadre, adică z = 2(k+1/2)linii = (2k+1)linii , unde k are semnificația de la începutul acestui capitol.

Observație: în conformitate cu fig.6, se observă că un semicadru este format din liniile cu număr de ordine impar (semicadrul liniilor impare) iar al doilea din liniile cu număr de ordine par (semicadrul liniilor pare). În realitate, la fel ca în explorarea simplă, fig.4., numerotarea liniilor de explorare se face în continuare (în exemplul nostru, primele 9,5 linii sunt "liniile impare" şi următoarele 9,5 linii sunt "liniile pare").

Se remarcă de asemenea faptul că numărul total de linii aferente unui cadru este acum egal cu z = (2k+1), adică un număr impar de linii (specific explorării întrețesute).

3.2.3. Explorare liniară cu ordin de întrețesere superior

Dacă perioada de explorare pe verticală T_V se alege de forma:

$T_V = (k+1/n)T_H$, unde k şi n sunt numere naturale,

o analiză similară celei de la explorarea întrețesută ne arată că reluarea strict periodică a explorării unui cadru se va realiza după n perioade T_V, adică:

$T_K = n*T_V = n(k+1/n)T_H = (n*k+1)T_H$

Rezultă o explorare cu ordin de întrețesere n, în care un cadru este format din "n subcadre", liniile explorărilor consecutive rezultând întrețesut.

Concluzie

Se poate obține explorare simplă sau întrețesută *alegând în mod convenabil perioadele de explorare T_V şi T_H* (mai precis raportul dintre ele). Astfel:

- dacă se alege $T_V = k*T_H$ (k număr întreg), rezultă o explorare simplă, în care perioada de reluare a cadrului T_K este $T_K = T_V$, iar numărul total de linii aferente explorării unui cadru este chiar k (raportul dintre T_V şi T_H), adică de fapt z = k.
- dacă se alege $T_V =(k+1/2)*T_H$ (k număr întreg), rezultă o explorare întrețesută, perioada de reluare a cadrului este de $T_K = 2T_V$ şi numărul total de linii eferente unui cadru este z = (2k+1), adică aproximativ dublu față de situația anterioară.

În televiziune, majoritatea standardelor comerciale (NTSC, PAL, SECAM) au adoptat explorarea întrețesută (specific standardelor mai vechi). Chiar şi în aceste cazuri, la trecerea în modul de lucru Teletext, unele receptoare preferă explorarea simplă.

În televiziunea de înaltă definiție (HDTV), televiziunea digitală precum şi în cazul computerelor personale (monitoarele PC), s-a preferat explorarea simplă. În receptoarele prevăzute cu posibilități de prelucrare digitală a semnalelor, se poate face relativ uşor trecerea de la explorare simplă la întrețesută şi invers.

3.3. Parametrii de explorare pentru sistemele TV uzuale

În lume, în momentul actual, există două standarde de explorare folosite în mod uzual: standardul cu 525 linii/60 Hz şi cel cu 625 linii/ 50 Hz. Aceste standarde, bazate pe tehnologii specifice anilor 1930, reprezintă un bun compromis cost contra performanțe în prezent fiind utilizate cu succes chiar şi în sistemele de televiziune în culori.

Tabelul 1 prezintă succint parametrii specifici celor două sisteme.

În stabilirea acestor parametrii esențială a fost alegerea numărului de linii şi stabilirea frecvenței de refresh.

Alegerea numărului de linii

Alegerea numărului de linii determină rezoluția imaginii de televiziune (din acest punct de vedere ar fi de dorit un număr de linii cât mai mare) dar influențează decisiv şi frecvența maximă din spectrul semnalului de televiziune (ar fi de dorit un număr de linii cât mai mic).

Criteriile care au stat la baza stabilirii numărului de linii sunt mai multe, dintre care amintim următoarele două:

Claritatea aparentă a imaginii de televiziune impune alegerea a cel puțin 500-600 linii. Prin creşterea suplimentară a numărului de linii, claritatea imaginii creşte nesemnificativ, ceea ce face să nu mai fie rațională sporirea numărului de linii peste aceste cifre.

Pentru o explorare întrețesută numărul liniilor trebuie să fie impar.

Alegerea frecvenței de explorare pe verticală

Frecvența de explorare pe verticală s-a ales astfel încât să coincidă cu frecvența rețelei de alimentare cu energie electrică (din considerentul de a face mai puțin vizibil perturbațiile produse de aceasta).

Tabel 1 : Parametrii de explorare

	Standardul	Standardul
Parametrii	525 linii/60 Hz	625 linii/50 Hz
Explorare	întrețesută	întrețesută
Număr de linii de explorare , z - număr linii pe semicadru - număr linii active per cadru - număr de linii de întoarcere	525 = 3.5.5.7 262,5 485 = 242,5 +242,5 40 = 20 + 20	625 = 5.5.5.5 312,5 575=287,5+287,5 50 = 25 + 25

per cadru		
Frecvență explorare pe verticală , f_V	59,94 Hz	50 Hz
Frecvență cadre , $f_k = f_V / 2$	29,97 Hz	25 Hz
Frecvență linii, $f_H = z . f_k$	15 734,25 Hz	15 625 Hz
Durata unei linii, $T_H = 1/f_H$ durata cursei directe, T_{dH} durata cursei inverse, T_{iH}	63,556 µs 52,856 µs 10,7 µs	64 µs 52 µs 12 µs
Durata explorării pe verticală, $T_V = 1/f_V$ durata cusei directe, T_{dV} durata cusei inverse, T_{iV}	16,683 ms 15,412 ms 1,271 ms	20 ms 18,4 ms 1,6 ms
Rezoluție verticală , $z \cdot k$ *	485 · 0,7 = 339	575 · 0,7 = 402
Număr pixeli pe orizontală pentru rezoluție egală H/V , N	339 ·(4/3) = 452	402 ·(4/3) = 536
Durata corespunzătoare la doi pixeli pe orizontală , $T = 2 \cdot T_{dH} /N)$ *	52,856/226=0,2338 µs	52 / 268 = 0,194 µs
Frecvența maximă , $F_{max} = 1/T$ *	4,28 MHz	5,15 MHz

* se presupune un factor kell de valoare k = 0,7

Observație: pentru o astfel de alegere a frecvenței de explorare pe verticală, în cazul explorării întrețesută, frecvența cadre rezultă exact pe jumătate, adică mult sub frecvența limită de fuziune. Fenomenul nu este totuşi perceput ca supărător de către ochi tocmai datorită explorării întrețesute ! (pentru detalii fine, frecvența de fuziune este mult coborâtă față de valoarea sa “normală”).

Echipamente utilizate

Camera video TV , monitor TV

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

Identificarea şi explicarea noțiunilor legate de percepția vizuală, specific umană a imaginilor statice şi crearea senzației de fuziune temporală între acestea.

Definirea noțiunii de explorare liniară cu viteză constantă a imaginii TV. Stabilirea parametrilor ce caracterizează o astfel de explorare.

Definirea explorării liniare simple (progresivă) şi a explorării întrețesute.

Cunoaşterea parametrilor specifici pentru standardele actuale.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele de studio (camere, monitoare) şi se vor analiza parametrii de explorare a imaginii folosite de acestea precum şi compatibilitatea între aceste echipamente din punctul de vedere al acestor parametrii.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 3

LP-3. Semnal video complex de televiziune alb-negru - componente, formă, frecvența minimă şi maximă, spectrul semnalului

1. Tema lucrării

Semnal video complex de televiziune alb-negru - componente, formă, frecvența minimă şi maximă, spectrul semnalului.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştințelor legate de parametrii semnalului video complex alb-negru

3. Descrierea lucrării de practică

Pe măsură ce elementul de explorare parcurge imaginea dreptunghiulară, se formează semnalul de televiziune s(t) care descrie această imagine. Acest semnal se compune din trei componente:

- semnalul video; această componentă se notează cu V.
- semnalul de stingere (impulsuri de stingere); se notează cu B de la blanking.
- semnalul de sincronizare (impulsuri de sincronizare – synchro impulse); această parte a semnalului se notează cu S .

În totalitatea sa, semnalul astfel obținut se va numi “semnalul compozit alb negru” sau “semnalul video complex alb negru” , SVC-AN, sau semnalul VBS alb negru.

3.1. Componentele semnalului video complex alb-negru

3.1.1.Semnalul de imagine sau video (V)

Semnalul care se obține la explorarea imaginii şi care este determinat în mod univoc de luminanța acesteia poarta numele de **semnal de imagine** sau **video**. Imaginea plană, Fig.1., reprezintă o distribuție oarecare de luminanțe după cele două direcții x, y. Imaginea este explorată linie cu linie şi, de exemplu, la parcurgerea liniei “i” (coordonata y_0), elementul de explorare întâlneşte distribuția de străluciri $B(x,y_0)$. Presupunând traductorul opto-electronic liniar (vezi în acest sens

şi paragraful “corecția de gamma”) atunci tensiunea obținută la ieşirea sa are aceeaşi formă , adică $V(x) = k \bullet B(x,y = y_0)$.

Mai mult chiar, deoarece explorarea pe linie se face cu **viteză constantă**, $x = v \bullet t$, coordonata x este proporțională cu timpul t şi în **consecință semnalul electric V(x) are aceeaşi formă cu semnalul V(t)**. În concluzie, semnalul electric, funcție de timp, obținut de la ieşirea traductorului care urmăreşte deplasarea cu viteză constantă a elementului de explorare reproduce exact distribuția de străluciri întâlnite de-a lungul liniei de explorare.

Acest semnal constituie semnalul video. El se obține pe **durata cursei directe** pe care o execută elementul de explorare, Fig.2.

Se obişnuieşte să se spună că zonele puternic strălucitoare au **nivel de alb**, în timp ce zonele mai puțin strălucitoare au **nivelul negru**.

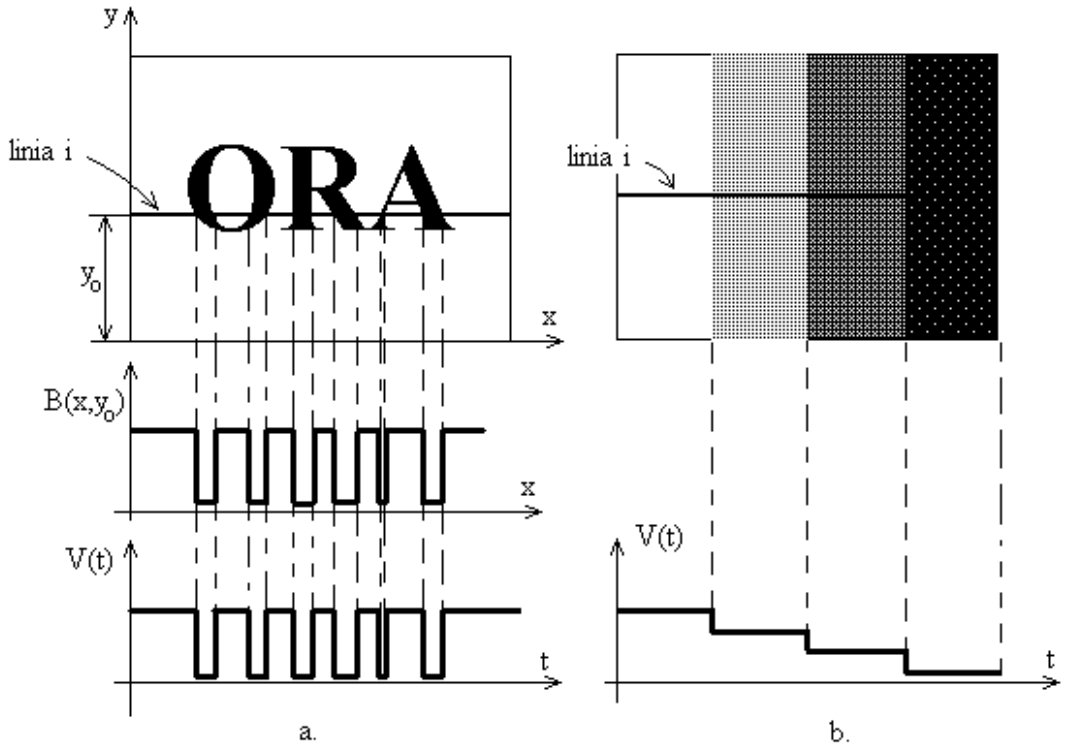


Fig.1. Formarea semnalului video

a. pentru o imagine oarecare

b. pentru o imagine de tip “miră de bare verticale”

Tipul şi polaritatea semnalului video

În televiziune se vorbeşte atât de tipul sau felul semnalului cât şi de polaritatea acestuia.

Semnalul video poate fi de **polaritate pozitivă sau negativă**. În prezent majoritatea circuitelor sunt alimentate cu tensiune pozitivă şi în consecință semnalul video este de polaritate pozitivă.

Prin tipul semnalului se înțelege modul cum se reflectă proporționalitatea dintre semnalul V(t) pe de o parte şi nivelul de strălucire pe de altă parte. La nivelul alb, ce corespunde la strălucirea maximă, poate să corespundă valoarea maximă a semnalului sau valoarea sa minimă. În primul caz se spune că avem un **semnal pozitiv**, în al doilea caz, **semnal negativ**.

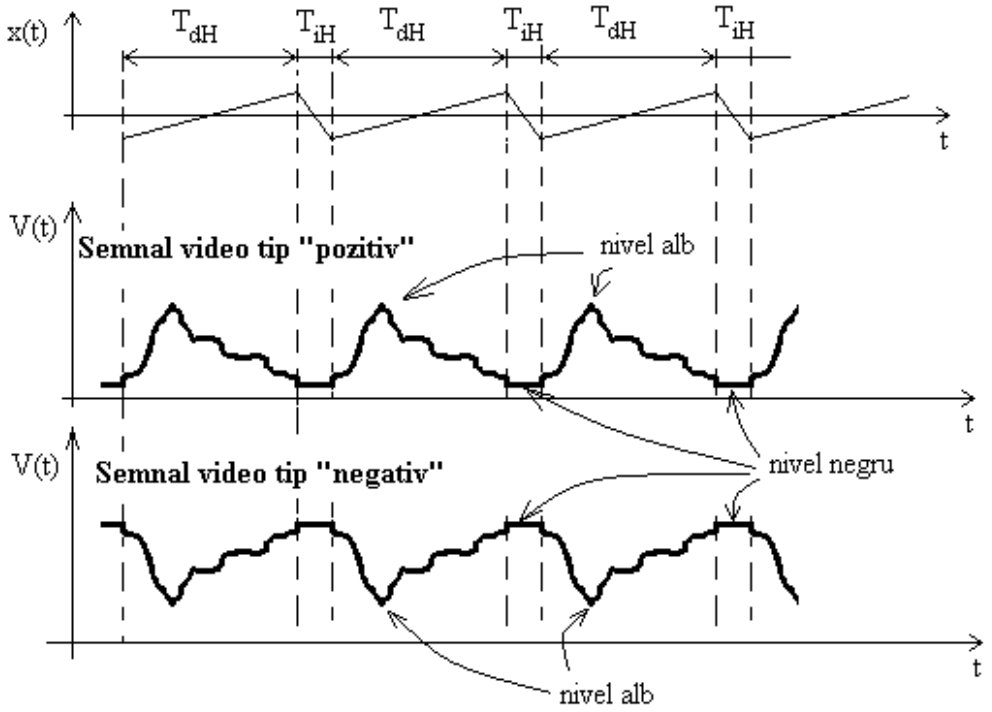


Fig.2. Tipul semnalului video (în ambele cazuri semnalul este de polaritate negativă)

Componenta medie a semnalului video

Semnalul video are o componentă medie (componentă continuă) ce corespunde la luminanța medie existentă în imagine pe porțiunea luată în considerație.

Se poate pune în evidență o componentă medie pe o linie de explorare şi o componentă medie pe întreaga imagine, corespunzătoare luminanței medii pe o linie şi respectiv luminanței medii pe toată imaginea. Această componentă **poate fi transmisă sau se poate pierde** la trecerea prin diverse etaje. Existența sa în semnal nu este importantă decât în final, la redarea imaginii pe tubul cinescop sau pe un dispozitiv echivalent, în care, dacă ar lipsi, ar deforma imaginea reală. Din această cauză, în lanțul de televiziune se prevăd circuite speciale, numite **circuite de fixare a nivelului de negru**, care, aşa cum se va arăta, refac şi componenta continuă.

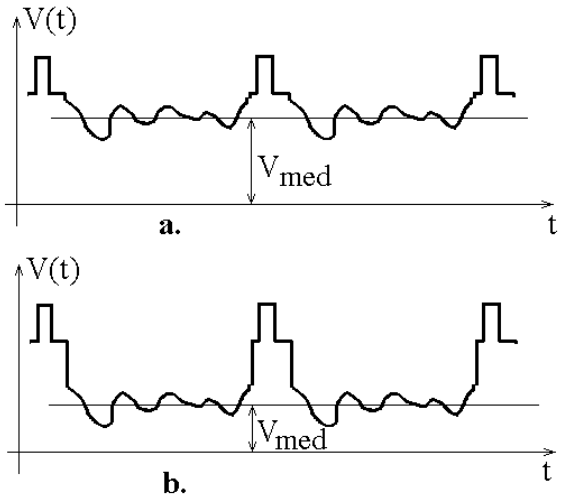


Fig.3. Diferență de luminanță

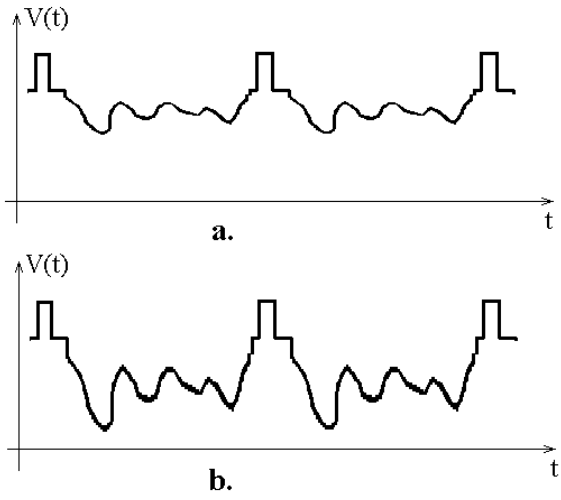


Fig. 4. Diferență de contrast

3.1.2. Semnalul de stingere

Semnalul care asigură stingerea elementului de explorare pe timpul întoarcerilor pe orizontală şi pe verticală, se numeşte **semnalul de stingere sau impuls de stingere**. Acest semnal arată pur şi simplu similar cu semnalul video (**de fapt este o continuare** a sa pe durata cursei de întoarcere , fig.2.) numai că **amplitudinea** sa trebuie astfel aleasă încât să corespundă **nivelului de negru**. Mai mult chiar, pentru ca stingerea să fie sigură, amplitudinea acestor porțiuni din semnale se alege ceva mai mare în valoare absolută decât cea corespunzătoare nivelului de negru !

Această porțiune din semnalul video complex se notează cu B şi pentru că există întoarcere pe linie şi pe verticală vom avea impuls de stingere pe linie, notat $B_{H,}$ şi impuls de stingere pe verticală, notat B_V .

Atunci când sunt asociate şi se vorbeşte la modul general despre ambele semnale de stingere, se vor nota B_{H+V} şi se vor numi semnal de stingere compus.,

În principiu, durata impulsurilor de stingere este T_{iH} şi T_{iV} . În realitate, această durată se adoptă ceva mai mare decât durata efectivă a cursei inverse din semnalul în dinte de fierăstrău care comandă explorarea, pentru a evita neregularitățile de la marginea cadrului cât şi pentru a preveni efectele datorate la eventualele “alungiri” ale curselor inverse (datorate neregularităților circuitelor în cauză). Mărirea duratei impulsului de stingere peste durata propriu zisă a cursei inverse din semnalul în dinte de fierăstrău se manifestă prin apariția pe ecran a marginilor negre care delimitează un cadru (stânga şi dreapta pentru stingerea pe orizontală ; sus şi jos la stingerea pe verticală)

3.1.3. Semnalul de sincronizare

Pentru a se asigura corespondența între imaginea captată şi cea redată, este necesar să se asigure sincronismul explorării între emisie şi recepție. Acest sincronism se realizează prin transmiterea în cadrul semnalului TV a unor impulsuri de sincronizare care la recepție sunt folosite pentru declanşarea generatoarelor de explorare pe orizontală şi pe verticală. Aceste impulsuri se numesc **semnal de sincronizare** pe orizontală, notat S_H, şi pe verticală, notat S_V. Atunci când sunt asociate se notează S_{H+V} şi se numesc semnal de sincronizare compus. Amplasarea acestora, fig.5. se face **pe palierul impulsurilor de stingere** pentru a nu fi vizibile (sunt situate "în nivelul de negru").

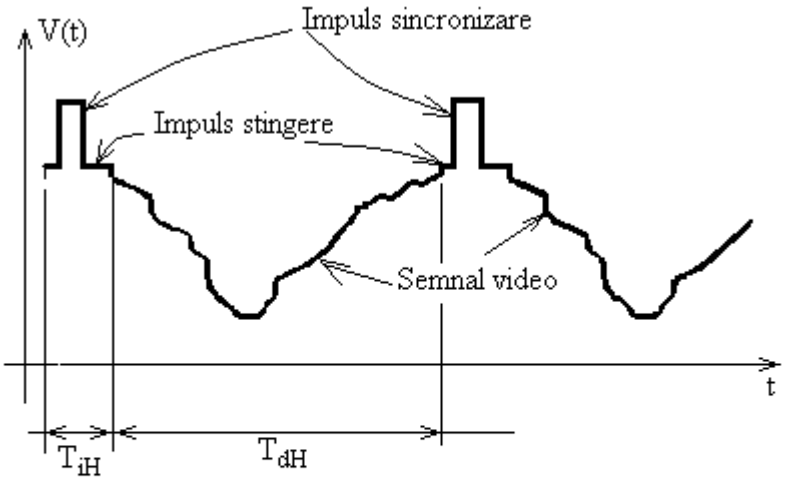


Fig. 5. Poziția impulsurilor de sincronizare

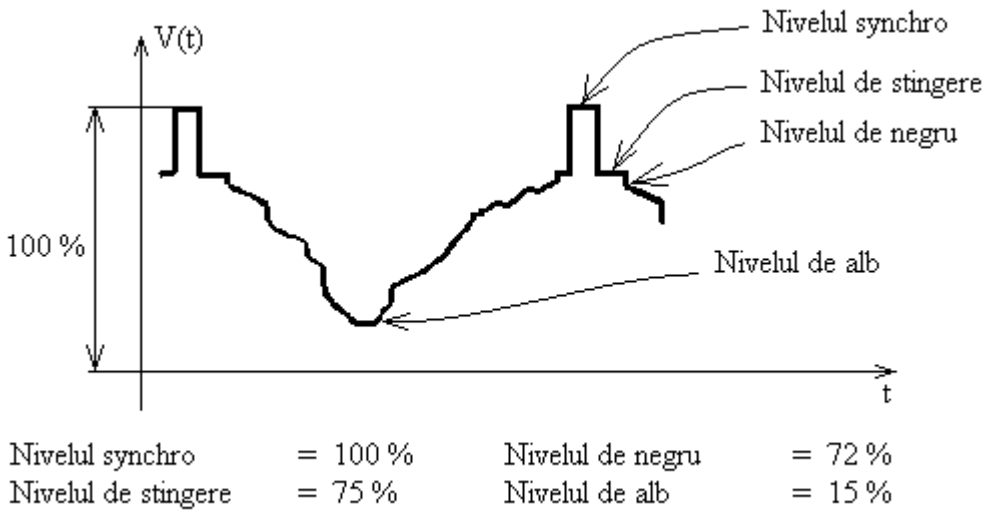


Fig. 6. Amplitudinea impulsurilor de sincronizare

Amplitudinea impulsurilor de sincronizare reprezintă 25% din amplitudinea semnalului video complex (situate deci între nivelul 75% şi 100%), fig.6.

Durata lor este mai mică decât durata impulsurilor de stingere corespunzătoare, adică $S_H < B_H$ şi $S_V < B_V$.

Amplitudinea şi forma impulsurilor de sincronizare pe orizontală este aceeaşi cu a impulsurilor pe verticală, fig.7.

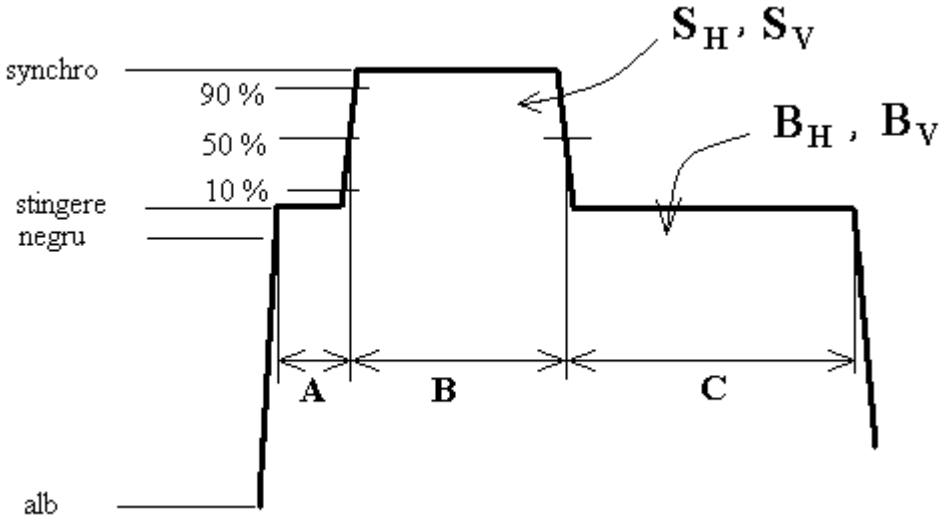


Fig.7. Forma impulsurilor de sincronizare pe orizontală şi pe verticală

Ceea ce diferă în mod esențial este **durata impulsurilor**, vezi tabelele 1. şi 2.

Tabel 1. Detalii privind impulsul de sincronizare linii

		525 linii / 60 Hz	**625 linii / 50 Hz**
	Durată linie , $\mathbf{T_H}$	63,556 µs	64 µs
A+B+C	Durată cursă întoarcere, T_{iH}	10,7 µs	12 µs
A	Poziție front anterior impuls S_H	1,5 µs	1,5 µs
B	Durată impuls S_H	4,7 µs	4,7 µs
C	Durată palier posterior S_H	4,5 µs	5,8 µs
	Durate fronturi impuls S_H	140 ns	200 ns

Tabel 2. Detalii privind impulsul de sincronizare verticală

		525 linii / 60 Hz	**625 linii / 50 Hz**
	Durată semicadru , T_V	16,68 ms = 262,5 linii	20 ms = 312,5 linii
A+B+C	Durată cursă întoarcere, T_{iV}	1,271ms = 20 linii	1,6 ms = 25 linii
A	Poziție front anterior impuls S_V	190,668µs =3 linii	160 µs = 2,5 linii
B	Durată impuls S_V	190,668µs =3 linii	160 µs = 2,5 linii
C	Durată palier posterior S_V	14 linii + 1,5 µs	1,28 ms = 20 linii

3.1.4. Semnalul video complex alb-negru

Semnalul video complex alb-negru, SVC A-N, sau semnalul VBS sau semnalul compozit alb-negru, compus din semnalul video, semnalele de stingere B_{H+V} şi semnalele de sincronizare S_{H+V} , are în principiu forma din fig.8. . Amplitudinea SVC A-N este standardizată la **valoarea $1V_{vv}$ / 75Ω**. În legătură cu semnalul SVC A-N facem următoarele observații:

- numerotarea celor 625 linii de explorare se face începând cu linia al cărei impuls S_H coincide cu **începutul impulsului S_V din semicadrul impa**r;
- impulsurile de sincronizare linii, S_H, se transmit şi pe durata întoarcerii pe verticală, B_V – cu scopul de a nu se pierde sincronismul oscilatoarelor locale pe durata mare a întoarcerii pe verticală.
- de asemenea pe durata impulsului de sincronizare verticală S_V sunt transmise impulsuri de crestare exact pe poziția impulsurilor S_H , tot cu rol de sincronizare.

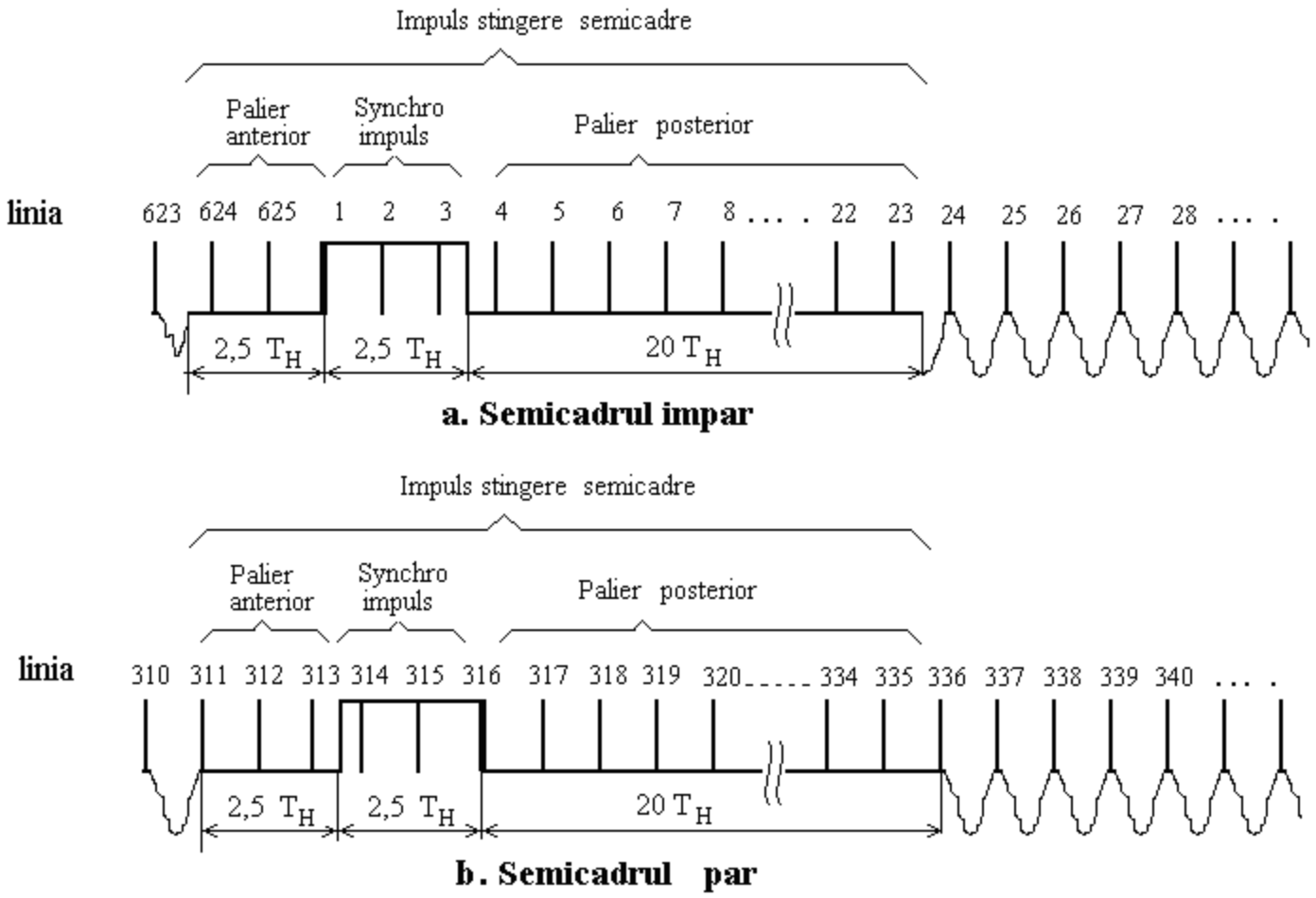


Fig.8. Semnalul SVC A-N fara impulsuri de egalizare

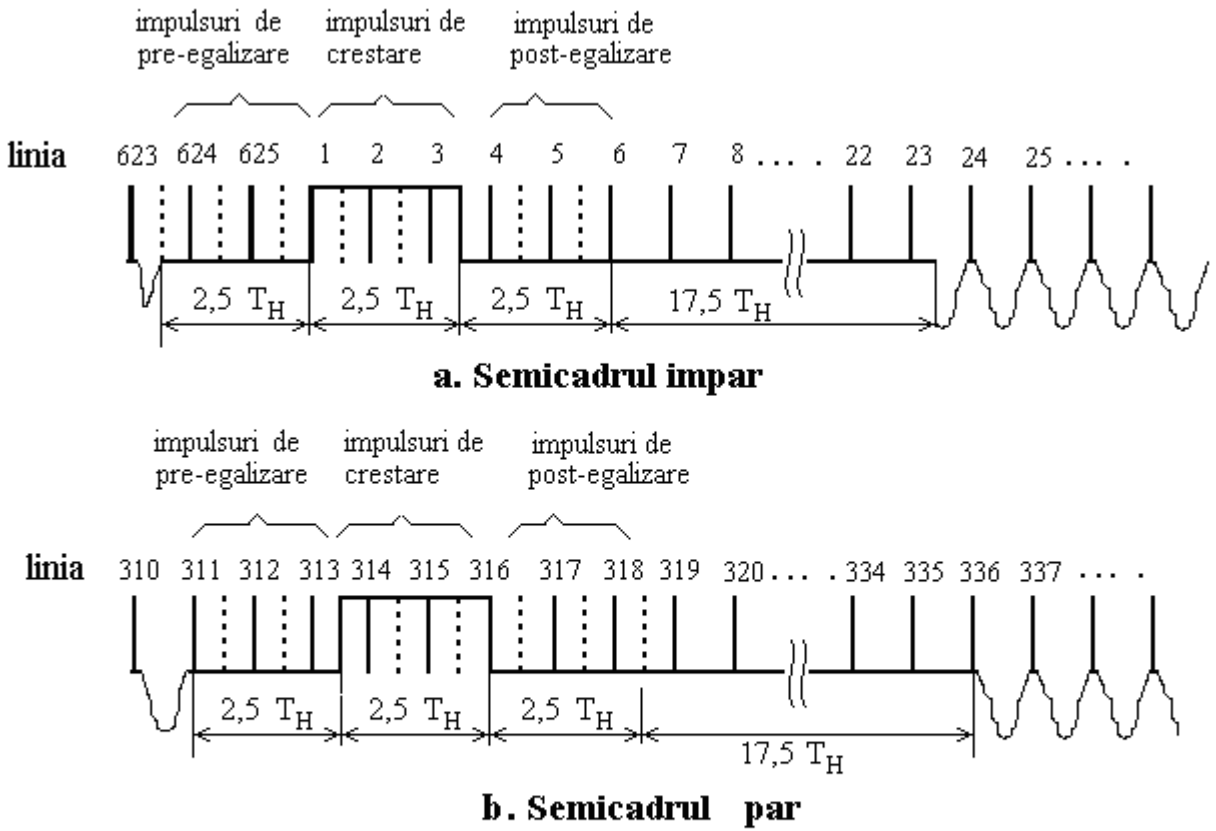


Fig.8. Semnalul SVC A-N cu impulsuri de egalizare

- deoarece într-un semicadru sunt 312,5 linii se observă situația deosebită dintre semicadrul par şi cel impar - în timp ce la semicadrul impar impulsul S_V este distanțat față de precedentul impuls S_H la o distanță de o linie (vezi linia 625 față de linia 1, fig. 8.), la semicadrul par distanța este de numai o jumătate de linie (vezi linia 313 față de începutul S_V , fig.8.). Această situație poate deranja funcționarea circuitelor de separe a impulsurilor S_H de impulsurile S_V . Din această cauză pe durata palierului anterior al impulsului B_V (2,5 T_H) , pe durata impulsului S_V (tot 2,5 T_H) şi pe o durată de 2,5 T_H din frontal palierul posterior, exact la mijlocul unei linii sunt transmise impulsuri similare celor de sincronizare , S_H , numite **impulsuri de egalizare** (pre-egalizare şi post-egalizare). Aceste impulsuri, figurate punctat în fig.9., au o durată pe jumătate față de impulsurile S_H şi o amplitudine egală cu acestora. Se remarcă simetria pe care o aduc acestea în ceea ce priveşte distanța dintre impulsurile S_H şi S_V.

3.2. Spectrul semnalului de televiziune A-N

3.2.1. Componenta continuă şi refacerea sa

Aşa cum a fost prezentat, semnalul SVC A-N (fie de tip pozitiv fie negativ - în fig.8. este de tip negativ) are în mod esențial componentă continuă. Este posibil ca această componentă continuă să fie pierdută în timpul prelucrării semnalului în diverse etaje (cuplate în c.a.), acest lucru nefiind neapărat periculos, componenta continuă fiind refăcută odată cu fixarea nivelului de negru (această operațiune se efectuează în receptor, în amplificatorul video final, exact înainte de a fi comandat display-ul de redare a imaginii). Într-adevăr, semnalul SVC A-N are o particularitate distinctivă: imediat după impulsul de sincronizare (fie S_H, fie S_V) există palierul semnalului de stingere care trebuie să aibă un nivel fix şi anume nivelul de negru. Astfel, utilizând un circuit de axare relativ simplu, fig. 9., semnalul fără componentă continuă, este fixat la nivelul dorit.

Funcționarea este simplă: comutatorul k este deschis aproape tot timpul; el este închis o durată mică (necesară pentru încărcarea condensatorului C cu constantă de timp mică – impedanța de ieşire a amplificatorului) exact în momentele de eşantionare marcate din fig.9. (momente bine determinate, deoarece se presupune că impulsurile S_H au fost selectate şi separate, fiind necesare de altfel şi pentru alte

operațiuni). Prin închiderea comutatorului K, semnalul este “tras” astfel încât să atingă exact nivelul sursei E (care este ajustat încât să corespundă nivelului negru dorit).

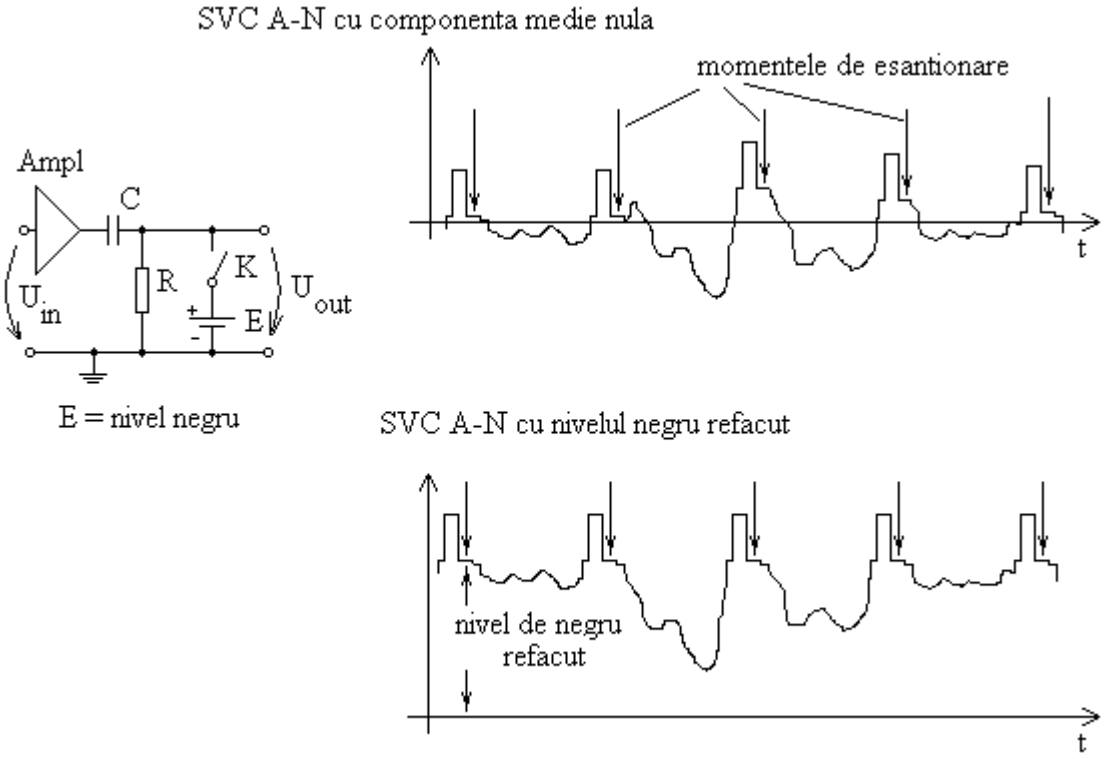


Fig.9. Fixarea nivelului de negru

La ieşire semnalul SVC A-N are nivelul de negru fixat, dar implicit **şi nivelul continuu refăcut.**

3.2.2. Frecvențele limită ale semnalului SVC A-N

Frecvența limită inferioară

În afară de componenta continuă, alte componente având variații de luminanță de ordinul câtorva Hz, pot determina fenomene de “licărire” supărătoare şi în consecință de regulă nu interesează, transmiterea lor. Ca o consecință, frecvența limită inferioară pentru semnalul SVC A-N se consideră a fi de **valoare 50Hz**, frecvența de reluare a semicadrelor.

Frecvența video maximă

Frecvența maximă din spectrul semnalului de televiziune depinde de cele mai mici detalii ale imaginii care sunt transmise. Detaliile având dimensiuni mai mici decât acestea nu vor putea fi redate.

Pentru evaluarea acestei frecvențe vom considera o imagine sub forma de tablă de şah, fig.10., în care pătratele au **latura egală cu dimensiunea minimă** ce urmează a fi redată (comparabilă cu definiția imaginii).

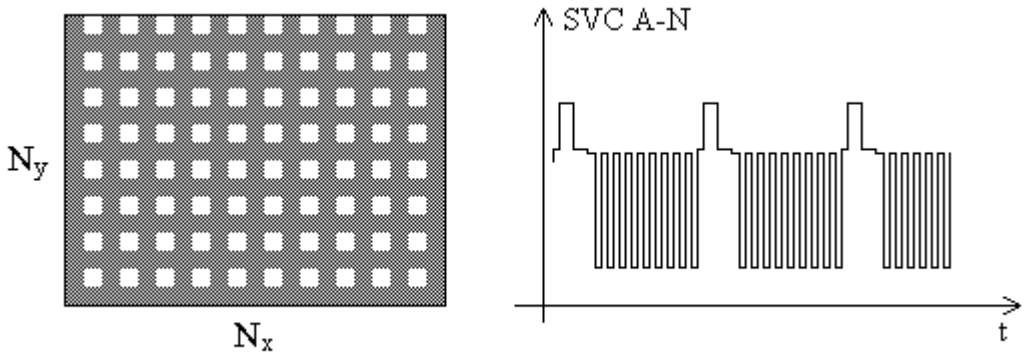


Fig.10. Determinarea frecvenței maxime din spectrul semnalului de televiziune

Fie N_x pătrate pe orizontală şi N_y pe verticală (pătrate albe şi negre). Numărul total de pătrate este $N_x \bullet N_y$. Semnalul video rezultat după explorare va avea alura unui semnal dreptunghiular şi în cele ce urmează vom încerca să evaluăm frecvența acestui semnal dreptunghiular.

O perioadă a semnalului dreptunghiular corespunde la un pătrat alb şi unul negru, deci pe durata unui cadru vom avea $(N_x \bullet N_y)/2$ perioade ale semnalului dreptunghiular ($(N_x \bullet N_y)/2$ de perechi pătrat negru-pătrat alb).

Un prim calcul al frecvenței maxime , de evaluare, îl vom face dacă vom împărți durata unui cadru , $T_k = 1/f_k$, la numărul total $(N_x \bullet N_y)/2$ de perechi pătrat negru-pătrat alb.

Durata unei astfel de perechi (şi implicit perioada semnalului dreptunghiular) este deci:

$$T = \frac{T_K}{\frac{N_x N_y}{2}} \text{ de unde } f_{\max} = \frac{N_x N_y}{2T_k}$$

Dar pe verticală, numărul maxim de elemente distincte este $N_y = z$, unde z = numărul de linii de explorare. Considerând o definiție identică şi pe orizontală, rezultă:

$$N_x = pN_y = pz$$

unde prin p s-a notat raportul de aspect, $p = \frac{H}{V}$

H şi V notează dimensiunile pe orizontală respectiv verticală. Raportul de aspect (formă) are valorile 4/3 pentru televiziunea clasică sau 16/9 pentru televiziunea HD. Cu aceste valori se calculează:

$$f_{\max} = \frac{zpz}{2T_k} = \frac{1}{2} pz^2 f_k \quad (1)$$

şi rezultă $f_{\max} \approx 6.5 MHz$

Se observă din forma de undă din fig.10. că astfel se calculează frecvența semnalului dreptunghiular care are în componența sa şi armonici superioare. Se constată că se poate renunța la aportul acestor armonici deoarece, la dimensiuni aşa mici, ochiul integrează ("îndulceşte") trecerile de la alb la negru şi invers făcând semnalul dreptunghiular mai degrabă asemănător cu unul sinusoidal ! Din expresia (1) se remarcă avantajul explorării întrețesute care reduce frecvența maximă la jumătate față de situația unei explorări simple/progresive, deoarece în relație intervine f_k şi nu f_V (evident pentru aceeaşi rezoluție z).

În deducerea relației (1) nu s-a ținut seama de duratele întoarcerilor pe timpul cărora nu se face analiza.

Un calcul mai exact se poate face ținând cont şi de aceşti timpi. În acest caz observăm că la formarea imaginii participă numai timpul T_{dH}

din liniile active, z_a. Deci timpul util de formare a pătratelor nu este T_k ci numai $T_{util} = z_a \bullet T_{dH}$:

$$T = \frac{T_{util}}{\frac{N_x N_y}{2}} = 2\frac{T_{util}}{N_x N_y}$$

Dar şi numărul pătratelor se modifică acum: $N_y = z_a$; $N_x = pz_a$; Rezultă

$$T = 2\frac{z_a T_{dH}}{pz_a z_a} = 2\frac{T_{dH}}{pz_a}$$

În această relație vom înlocui z_a şi T_{dH} după cum urmează :

$$z_a = z - z_i = (1 - K_V)z \quad \text{unde} \quad K_V \underset{not}{=} \frac{T_{iV}}{T_V} = \frac{z_i}{z}$$

De asemenea

$$T_{dH} = T_H - T_{iH} = (1 - K_H)T_H \quad \text{unde} \quad K_H \underset{not}{=} \frac{T_{iH}}{T_H}$$

Acum, înlocuind aceste valori în relația de calcul pentru T, se obține :

$$T = 2\frac{T_{dH}}{pz_a} = 2\frac{1 - K_H \;\; T_H}{p \;\; 1 - K_V \;\; z}$$

Inversând relația, se determină frecvența :

$$f_{\max} = \frac{1}{2} p \frac{1 - K_V}{1 - K_H} z f_H = \frac{1}{2} p \frac{1 - K_V}{1 - K_H} z^2 f_K$$

(2)

în care s-a ținut cont de binecunoscuta legătură dintre f_H şi f_k, adică $f_H = z \bullet f_k$

Utilizând valorile numerice specifice standardului nostru, se obține:

$$f_{\max} = \frac{1}{2} p \frac{1-K_V}{1-K_H} z^2 f_k = 7{,}37 MHz$$

(3)

Relația (3) determină valoarea pentru frecvența maximă a semnalului compozit în legătură cu detaliile cele mai fine ale imaginii, comparabile cu dimensiunea unei linii de explorare.

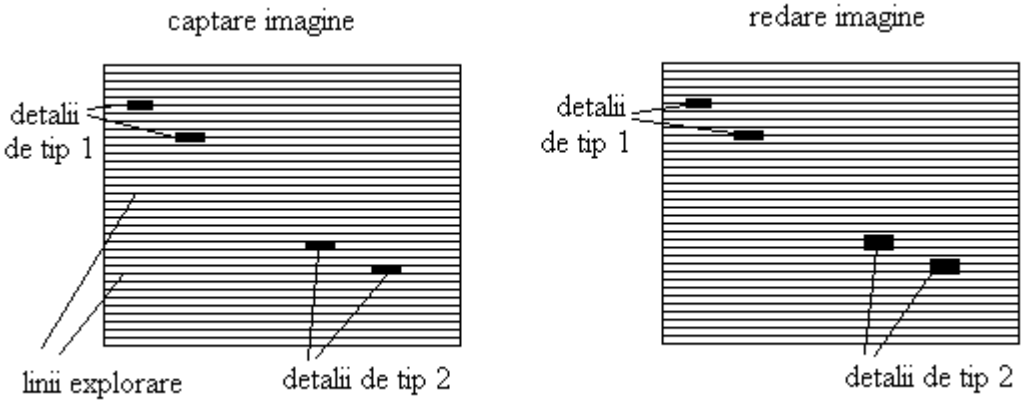


Fig.11. Redarea unor detalii foarte fine

În legătură însă cu captarea şi redarea unor astfel de detalii se pot face următoarele observații: este posibil ca unele detalii să se situeze ferm pe o linie (detaliile 1 din fig.11.) şi atunci la redare sunt reconstituite corect; s-ar putea ca unele detalii, la fel de fine să se situeze tangent la două linii consecutive (cazul detaliilor 2 din fig.11.) şi acestea la redare sunt refăcute cu dimensiune dublă !

Mai mult, camera de televiziune, fie aşezată pe un suport, fie mânuită de un operator, are unele mişcări abia perceptibile care fac ca aceleaşi detalii foarte mici să treacă aleator prin situațiile 1 şi 2, astfel încât la recepție fenomenul de dublare a dimensiunii să fie perceput foarte supărător.

Ca urmare acestor observații, în practică, frecvența maximă pentru semnalul compozit este stabilită la o valoare mai mică decât cea dată de relația (3), şi anume:

$$f_{\max} = \frac{1}{2} Kp \frac{1-K_V}{1-K_H} z^2 f_k$$

(4)

Coeficientul subunitar K se numeşte “factor Kell” de la numele cercetătorului englez care a pus în evidență acest fenomen.

Dacă se alege K=0,81 rezultă f_{max} = 6 MHz (valabil pentru normele D şi K) iar pentru un factor K = 0,7 rezultă f_{max} = 5,15 MHz (valabil pentru normele B şi G). Subliniem ideea că, în ambele cazuri, micşorarea benzii de frecvență nu duce la o înrăutățire a performanțelor sistemului de televiziune tocmai datorită fenomenului explicat mai sus.

3.3. Structura spectrului SVC

Faptul că imaginea este explorată periodic, linie după linie şi cadru după cadru, determină anumite particularități ale spectrului care sunt **independente de conținutul imaginii**. Astfel, se constată că pentru **imagini statice**, spectrul are o structură **discretă** (în fond, în acest caz semnalul compozit SVC A-N este un semnal periodic).

Deosebim un spectru principal (reprezentat îngroşat în fig.12.), ale cărui componente sunt plasate la multipli de f_H: 0, f_H, $2f_H$, $3f_H$,…În jurul fiecărei componente principale se găsesc spectre secundare (reprezentat cu linie subțire), ale căror componente sunt plasate la distanță multiplu de $\pm f_V$.

Se observă că deoarece două componente principale consecutive, de exemplu kf_H şi $(k+1)f_H$, sunt la distanță de f_H = 15625 Hz, care nu este multiplu de f_V = 50 Hz, atunci componentele secundare corespunzătoare lor **nu se suprapun ci se întrețes** (vezi detaliu din fig. 2.12.). Acest rezultat este o consecință a explorării întrețesute. Odată în

plus, această interpretare permite înțelegerea modului în care explorarea întrețesută duce la înjumătățirea benzii semnalului video!

În cazul imaginilor în mişcare, spectrul semnalului video are o structură asemănătoare, în care componentele secundare au o pendulare de cca. 3-8 Hz ; se poate considera că o componentă secundară devine un pachet ! Lățimea unui pachet fiind mică în comparație cu distanța dintre componente, şi în această situație există spații libere în spectru .

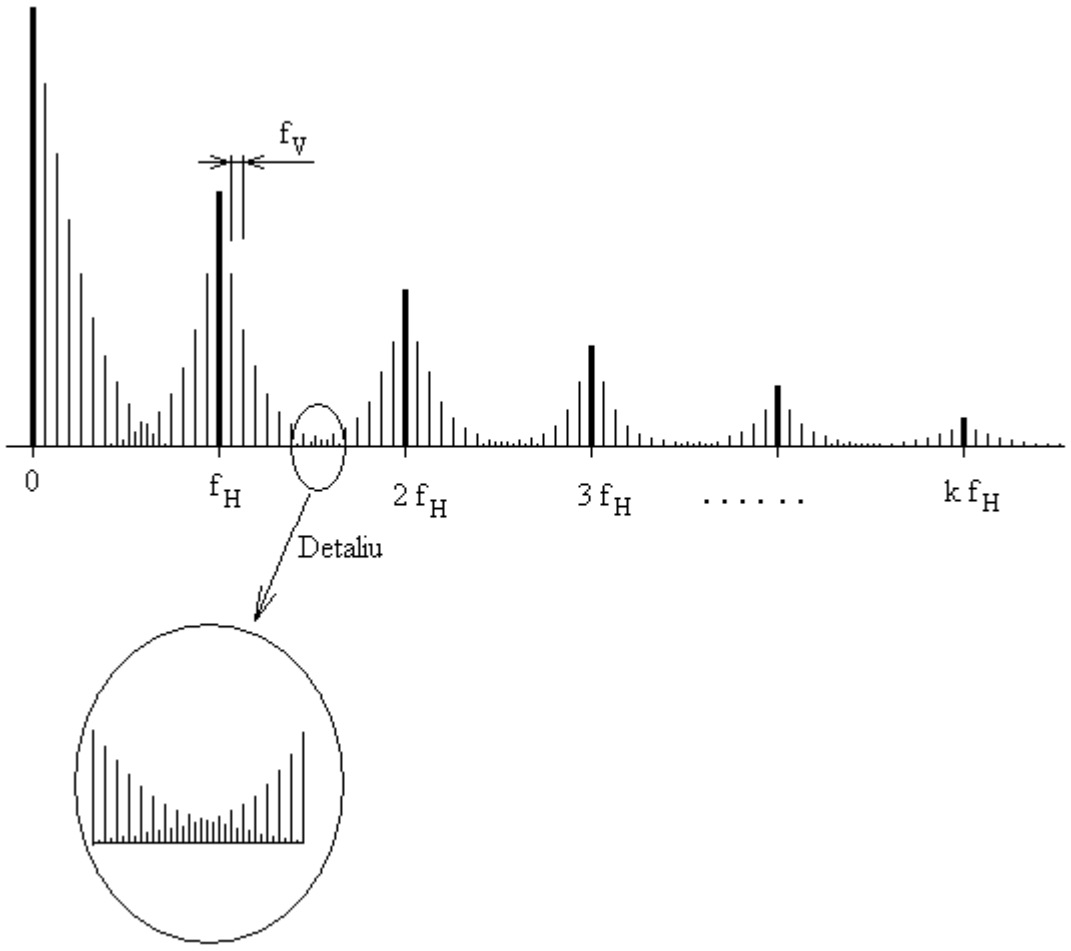


Fig.12. Spectrul semnalului de televiziune

Se observă că **componentele spectrale de frecvență mare au amplitudine foarte mică**, fapt care permite:

- renunțarea la componentele cu frecvența peste (5-6)MHz, fără a se pierde informație relevantă.

- intercalarea unor componente care poartă alte informații (semnalele de crominanță pentru sistemele color compatibile) în spații libere din partea superioară a spectrului.

În continuare sunt prezentate spre ilustrare imagini cu spectrul semnalului TV preluate cu un spectrometru profesional.

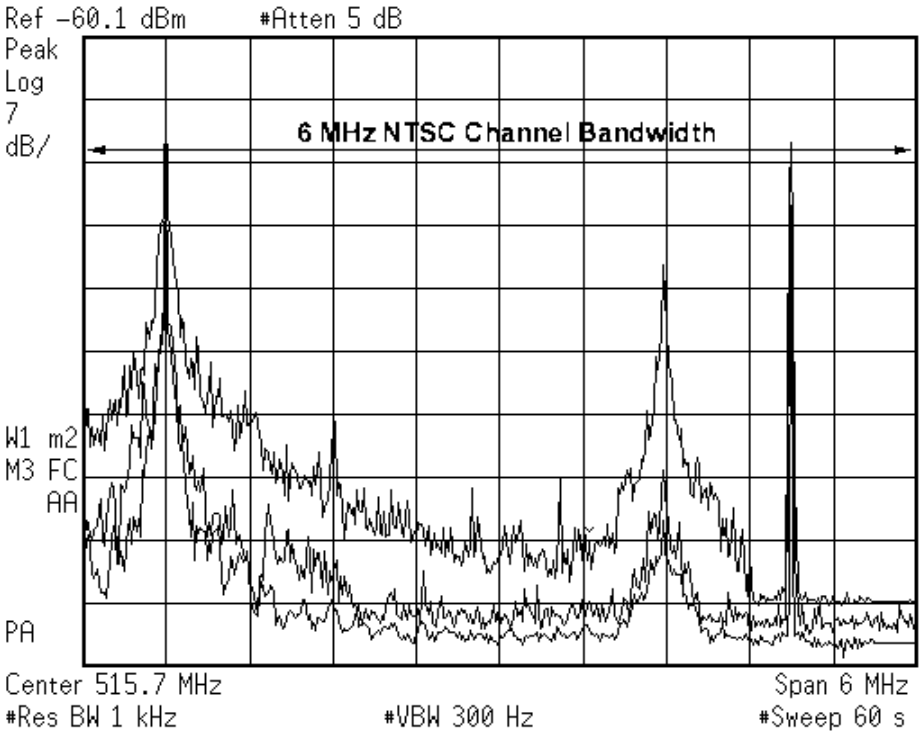


Fig.13. Canalul TV în sistemul NTSC.

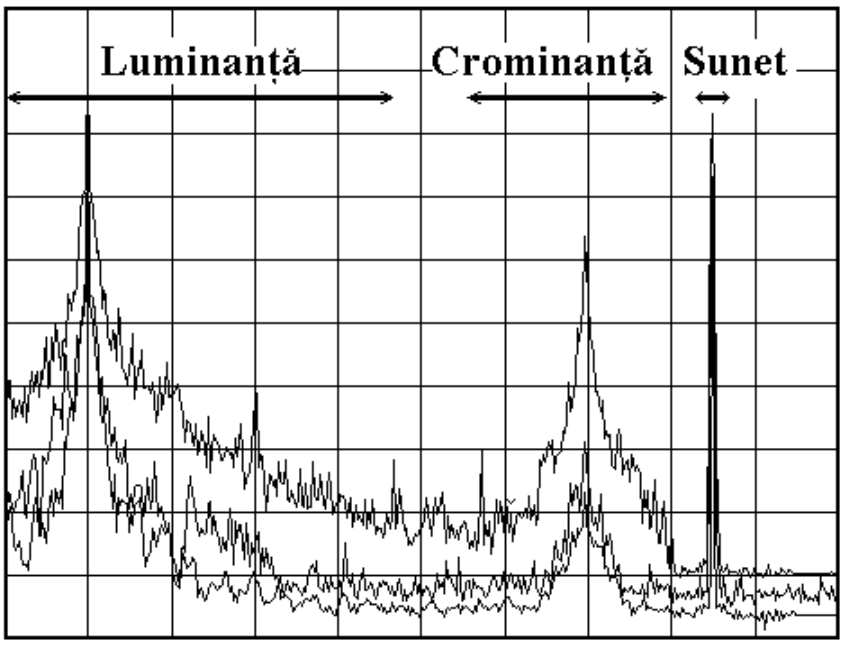


Fig.14. Sistemul NTSC: spectrul pentru semnalul de luminanță, semnalul de crominanță şi sunetul asociat

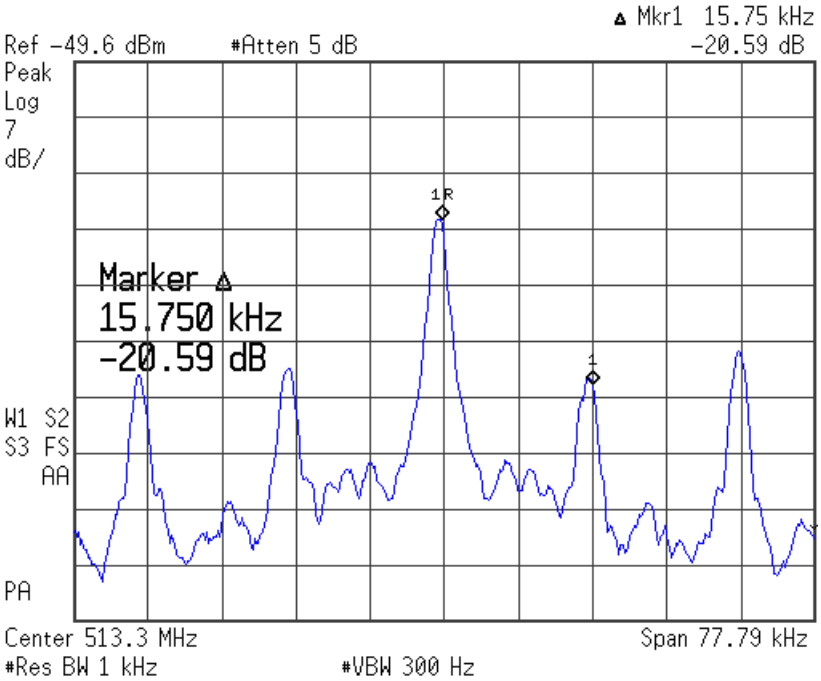


Fig.15. Sistemul NTSC: componentele principale ale spectrului discret sunt plasate la distanța de f_h =15 750 Hz (frecvența liniei în NTSC)

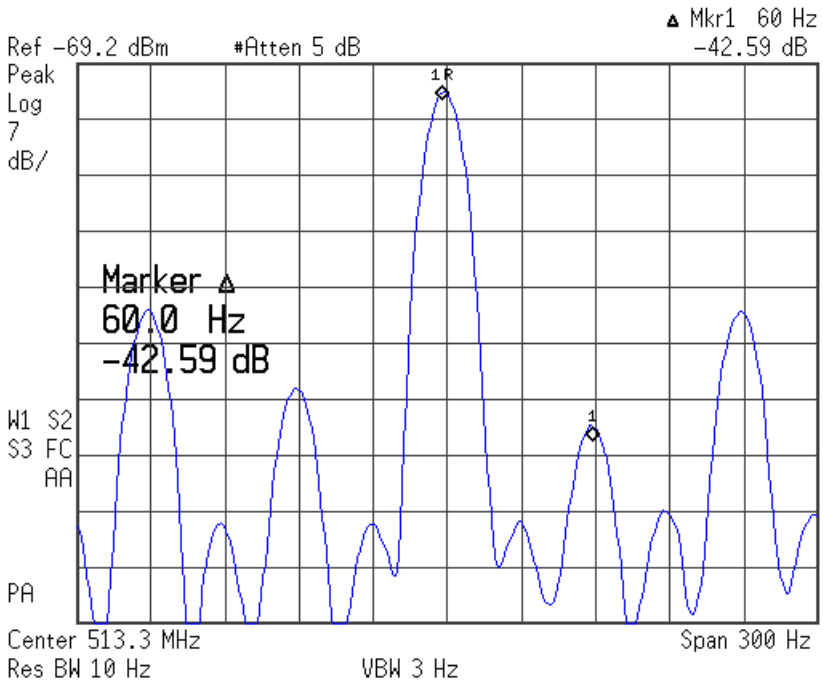


Fig.16. Sistemul NTSC: componentele secundare ale spectrului discret sunt plasate la distanța de f_V =60 Hz (frecvența verticală în NTSC)

1. Echipamente utilizate

Camera video TV , monitor TV, cabluri de legătură, osciloscop digital, spectrometru.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Identificarea şi caracterizarea celor trei componente ale semnalului video complex: semnalul video, semnalul de stingere şi semnalul de sincronizare (**V**ideo-**B**lanking-**S**ynchro)
- Să cunoască legătura între parametrii unui semnalului video pe de o parte (frecvență, amplitudine, valoare medie) şi caracteristici ale imaginii de televiziune pe de alta parte.
- Să cunoască şi să poată calcula frecvențele limită (minimă şi maximă) ale semnalului video în funcție de rezoluția imaginii TV şi de parametrii de explorare.
- Să cunoască şi să interpreteze caracteristicile spectrului pentru semnalul video.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele de studio (camere, monitoare) şi se vor nota semnalele care se vehiculează între aceste echipamente. Se vizualizează la osciloscop un semnal video analogic (indiferent care) şi se face analiza sa la spectrometru.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 4

LP-4. Semnale folosite în televiziunea color: semnale primare de culoare şi semnale derivate din acestea (componente, formă, parametrii).

1.Tema lucrării

Semnale folosite în televiziunea color: semnale primare de culoare şi semnale derivate din acestea (componente, formă, parametrii).

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de modul de obținere şi de utilizare a semnalelor specifice televiziunii color.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1. Compatibilitatea cu sistemele de televiziune AN

În ultimii 35 de ani televiziunea a cunoscut în întreaga lume o dezvoltare rapidă şi pe multiple planuri, trecându-se, în primul rând, de la televiziunea alb-negru la televiziunea în culori. Toate sistemele de televiziune care au apărut după televiziunea alb-negru (televiziunea în culori, televiziunea digitală, televiziunea de înaltă definiție) au trebuit să țină seama de existența în exploatare a sistemelor de televiziune alb-negru. În TV-AN se transmite un singur semnal care poartă informația referitoare la variația de luminanță. În TVC însă, este necesar să se transmită de regulă trei semnale care să poarte direct sau indirect informațiile referitoare, până la urmă, la cele trei culori primare folosite la analiza şi sinteza imaginii. Modul cum se aleg şi mai ales modul de transmitere a acestor semnale trebuie să asigure ceea ce se numeşte compatibilitate.

Se poate pune în evidență:

- **compatibilitate directă**: posibilitatea recepționării cu perturbații acceptabile pe un televizor alb-negru a programelor transmise color. Perturbațiile sunt date în acest caz de transmiterea infomațiilor suplimentare de culoare şi se manifestă pe ecranele AN sub forma

unei structuri fine de punct cunoscute sub numele de *vizibilitatea subpurtătoarei de culoare*. Ca urmare este necesar ca în televiziunea color să se folosească :

- aceeaşi **parametri de analiză** ca la TV-AN : raport de aspect, frecvență linii, frecvență câmpuri, durate ale curselor active şi de întoarcere, durate ale impulsurilor de stingere şi sincronizare.
- aceeaşi **parametri ai canalului** de transmisiune ca în cazul TV-AN : lărgimea de bandă, tip de modulație, poziție purtătoare de imagine şi sunet.
- în cazul TVC trebuie să existe un semnal de luminanță care să fie acelaşi cu cel care s-ar obține dacă scena transmisă ar fi captată cu o cameră AN.
- semnalele care poartă informația de crominanță (nuanță şi saturație) nu trebuie să afecteze valoarea luminanței

- **compatibilitatea inversă**: posibilitatea unui televizor color de a reproduce o imagine alb-negru fie când se foloseşte un semnal AN. Fie când se foloseşte un semnal color dar imaginea captată este AN.

Ținând seama de aceste criterii s-au elaborat sisteme de TVC compatibile utilizate în prezent pentru marele public. Pentru alte aplicații însă, există şi sisteme TVC care nu sunt compatibile.

3.2. Semnale primare de culoare

În televiziunea în culori TVC se utilizează amestecul aditiv al culorilor. Sistemul colorimetric utilizat, cunoscut sub numele de **sistem colorimetric RGB-TV** are culorile primare Roşu (Red - λ_R=610nm), Verde(Green - λ_G=535nm), Albastru(Blue - λ_B=470nm). Acest sistem se bazează pe luminoforii disponibili la sfârşitul anilor ’40 şi începutul anilor ’50 pentru construcția cinescoapelor şi utilizate în sistemul american NTSC (National Television System Committe). Culorile primare utilizate în sistemul RGB-TV nu sunt culori pure, adică nu corespund unor radiații monocromatice. Conform primei axiome a lui Grassman, orice imagine color se poate descompune în trei imagini monocromatice, fiecare corespunzând uneia dintre culorile primare. Schema simplificată a camerei de televiziune color este dată în fig.1.

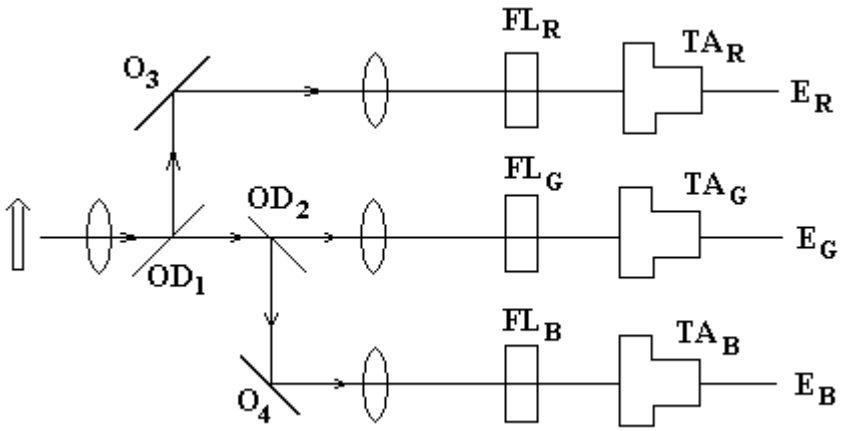


Fig.1. Camera tricrom

În aceasta schemă de principiu deosebim:
OD – oglinzi dicroice – reflectă o anumită gamă a spectrului şi lasă să treacă restul.

OD_1 – reflectă roşu şi lasă să treacă verdele şi albastru.

OD_2 – reflectă gama culorilor albastru şi lasă să treacă verdele.

O – oglindă obişnuită – reflectă întreaga gamă a radiațiilor – au rolul de a dirija fluxurile luminoase reflectate către tubul analizor.
FL – filtre luminoase suplimentare ce au rolul de a corecta caracteristicile spectrale ale tuburilor videocaptoare.
TA – traductoare analizoare de imagine (tub vidicon, tub plumbicon, circuit integrat CCD, CMOS). În principiu cele 3 dispozitivele videocaptoare sunt identice între ele şi **identice cu unul alb-negru**. Analiza imaginii se face prin explorare întrețesută.

La ieşirea sistemului se obțin **semnalele primare de culoare E_R E_G E_B** , care iau valori în domeniul $0 \div 1 V_W$. Aceste semnale au amplitudine proporțională cu **luminația** culorii primare respective. Filtrele luminoase pe cele trei căi şi amplificatoarele electronice de după tuburile videocaptoare (neprezentate în fig.1.) se aleg şi se reglează astfel ca la captarea unei **imagini alb-negru să se obțină trei semnale egale $E_R = E_G = E_B$** - pentru imaginea albă de strălucire maximă acestea au valoarea 1 V_W. (diversele valori cuprinse între alb şi negru se numesc nuanțe de **gri** sau trepte tonale de la alb la negru).

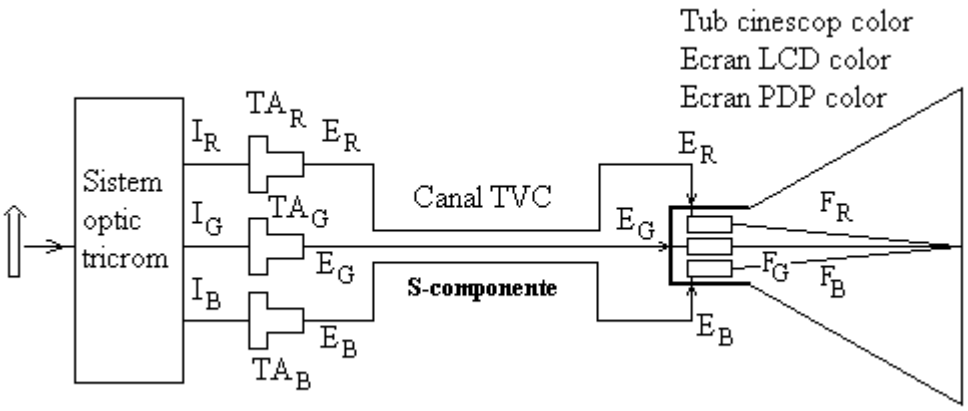


Fig. 2. Schema simplificată a unui sistem liniar TVC bazat pe transmiterea semnalelor primare de culoare

Schema simplificată a unui sistem liniar de televiziune, fig.2. ne arată în ce condiții sistemul de televiziune asigură realizarea fidelității colorimetrice de reproducere a culorilor:

- Tuburile analizoare de imagine TA_R, TA_G, TA_B transformă cele trei imagini luminoase I_R, I_G, I_B (obținute la ieşirea sistemului optic) în semnale electrice E_R, E_G, E_B.
- Între emisie şi recepție sunt transmise cele trei semnale de culoare (semnalul color este transmis prin componentele sale); canalul TV Color trebuie să asigure de fapt trei căi de comunicație.
- Tubul cinescop, comandat de cele trei semnale de culoare E_R, E_G, E_B , formează trei fascicole de electroni F_R, F_G, F_B, prin intermediul celor trei tunuri electronice, fascicole care bombardează acelaşi punct de pe ecran şi sintetizează imaginea reprodusă B_R, B_G, B_B . Şi în cazul altor dispozitive de redare a imaginii color (LCD sau PDP) comanda acestora se realizează în ultimă instanță **tot cu semnalele de culoare E_R, E_G, E_B**.

În mod ideal ar trebui ca între imaginea reprodusă şi cea originală să existe liniaritate adică

$$B_i = k \cdot I_i \text{ unde } i = R, G, B.$$

În ultima relație, prin B s-a notat strălucirea imaginii redate iar prin I strălucirea imaginii originale.

Din nefericire, atât tubul analizor, cât şi tubul cinescop color (mai puțin LCD şi PDP), sunt traductoare neliniare.

Neliniaritatea tubului analizor este descrisă de o relație de forma $E_i = k \cdot I_i^{\gamma_a}$ unde γ_a este un coeficient având valoarea $\gamma_a = 0{,}45 \ldots 1$.

Pentru tuburile cinescoape color neliniaritatea este descrisă de relația $B_i = k \cdot E_i^{\gamma_s}$ unde γ_s este un coeficient având valoarea standardizată

$\gamma_s = 2{,}8 \pm 0{,}2$ (în Anglia este $\gamma_s = 2{,}8 \pm 0{,}3$).

Pentru corecția acestor neliniarități, sistemul electronic trebuie să asigure o corecție, numită corecție de gamma (sau de contrast), în conformitate cu relația $E'_i = k \cdot E_i^{1/\gamma}$ unde coeficientul γ se calculează cu $\gamma = \gamma_a \cdot \gamma_s$. Semnalele cărora li s-a aplicat corecția de gamma sunt notate cu indicele prim.

De regulă corecția de gamma se face la emisie imediat după tubul analizor (totuşi după o primă amplificare şi fixare a nivelului de negru a semnalului) înainte de operațiile de matriciere (calcul al semnalelor de luminanță şi crominanță).

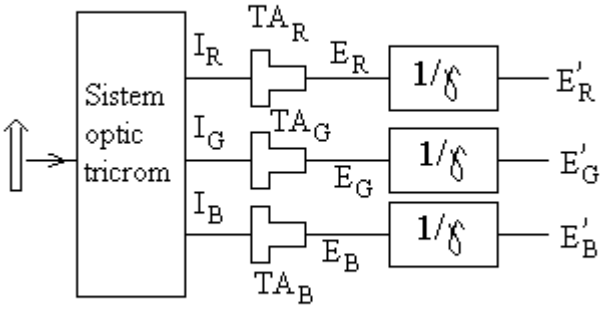


Fig.3. corecția de gamma

În cele ce urmează, pentru simplificarea scrierii relațiilor, vom renunța la indicele prim care anunță prezența corecției de gamma (subliniem încă odată faptul că una dintre primele prelucrări ale semnalului obținut la ieşirea tubului analizor este această corecție).

Observație

În schemele corectoarelor de gamma analogice se folosesc elemente neliniare (de exemplu diode) pentru a aproxima caracteristica $U_E = f(U_{IN})$ prin segmente (fig. 3. unde s-a exemplificat numai principiul de funcționare şi nu s-a ținut cont de inversarea introdusă de amplificator, de exemplu). Pe măsură ce creşte amplitudinea semnalului de intrare, diodele D_1, D_2, D_3 se deschid succesiv micşorând rezistența de sarcină R_C a amplificatorului, deci şi amplificarea sa. Circuitul de axare conectat la intrarea corectorului este obligatoriu deoarece păstrează la un nivel fix de referință nivelul de negru al semnalului video indiferent de conținutul imaginii.

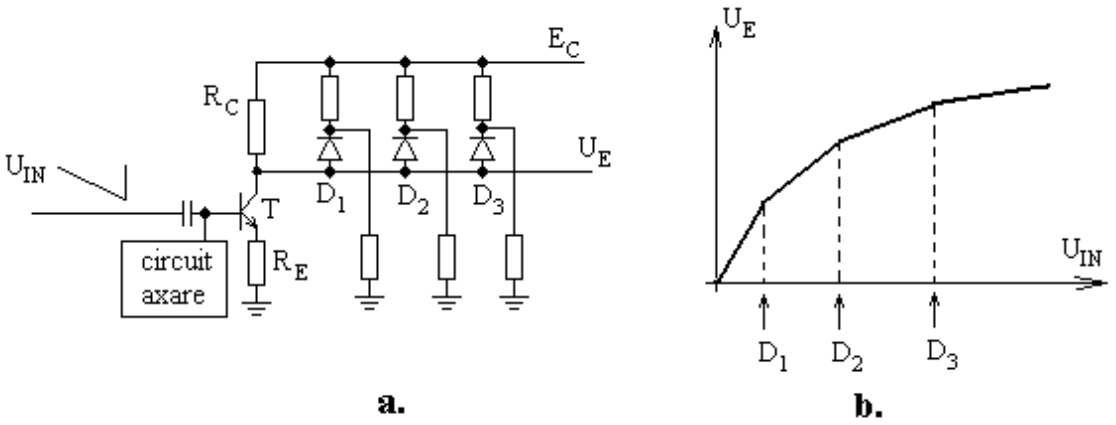


Fig. 4. Corecția de gamma: a. schema de principiu; b. caracteristica de ieşire $U_E = f(U_{IN})$

3.3. Sisteme TVC compatibile

3.3.1. Sisteme TVC bazate pe utilizarea semnalelor primare de culoare

În fig.2. se prezintă un prim sistem de televiziune color care foloseşte pentru transmiterea imaginii de televiziune un canal TV prin care se transmit cele 3 semnale primare de culoare E_R, E_G şi E_B. Dezavantajul principal al acestui sistem este legat de necesitatea de a utiliza trei căi de comunicație. Acest mod de transmitere este folosit în cazul unei distanțe mici între cameră şi receptor: aparatură de studio, legătura dintre un DVD player şi un receptor sau, în cazul unui calculator personal, transmiterea imaginii de la unitatea centrală către monitor.

3.3.2. Sisteme TVC bazate pe utilizarea semnalului de luminanță şi a semnalelor diferență de culoare (crominanță)

În practică, într-o primă instanță din necesități de compatibilitate cu televiziunea alb-negru, s-a impus utilizarea unui set format tot din trei semnale: semnalul de luminanță notat E_y şi două semnale diferență de culoare E_R-E_y şi E_B-E_y. Ulterior acest set de trei semnale şi-a dovedit utilitatea mai ales în ceea ce priveşte lățimea benzii de frecvență ocupate de un program TVC şi de aceea s-a impus ca utilizare chiar şi în cazul sistemelor moderne de televiziune (în diversele variante de utilizare analogică şi digitală se întâlneşte cu mici modificări sub diverse notații: Y, R-Y şi B-Y; Y, U şi V în cazul PAL; Y, D_R şi D_B în cazul SECAM;Y, C_R şi C_B sau Y, P_R şi P_B în cazul digital).

A. Semnalul de luminanță

Pentru a respecta compatibilitatea directă se foloseşte un semnal proporțional numai cu **luminanța** imaginii color, semnal care să poată fi redat de un televizor AN. Acest semnal se numeşte **semnal de luminanță** , se notează E_y , şi este calculat cu relația:

$$E_Y = 0{,}30 \cdot E_R + 0{,}59 \cdot E_G + 0{,}11 \cdot E_B \qquad (1)$$

În stabilirea acestei relații s-a ținut cont de curba sensibilității spectrale relative, fig. 4. Se observă că cei trei coeficienți ai relației (1) se calculează cu :

$0{,}30 \approx \frac{0{,}46}{0{,}46+0{,}17+0{,}9}$, $0{,}59 \approx \frac{0{,}9}{0{,}46+0{,}17+0{,}9}$ şi respectiv $0{,}11 \approx \frac{0{,}17}{0{,}46+0{,}17+0{,}9}$

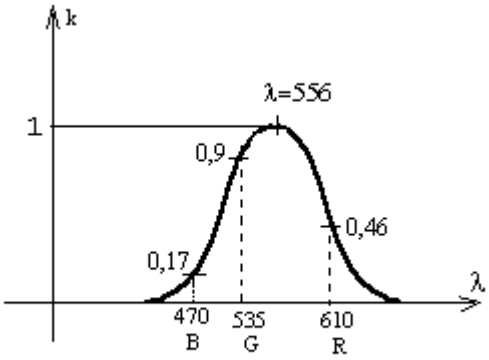


Fig. 4. Curba sensibilității spectrale

Observație: pentru o imagine alb-negru, aşa cum s-a spus mai sus, se aplică $E_R = E_G = E_B$ şi, în definitiv, conform relației (1), rezultă $E_Y = E_R = E_G = E_B$

B. Semnalele diferență de culoare

În afara semnalului de luminanță mai trebuiesc transmise două semnale astfel încât din cele trei, prin diverse combinații algebrice, în cele din urmă să se determine în mod unic semnalele primare de culoare (pentru că totuşi acestea comandă dispozitivul de redare a imaginii color). Pe de altă parte semnalul E_Y conține întreaga informație de strălucire a imaginii şi de aceea această componentă poate fi exclusă din semnalele de culoare. În consecință, în toate sistemele compatibile TVC, pe lângă semnalul E_Y dat de (1) se mai utilizează **semnalele diferență de culoare E_R-E_y şi E_B-E_y** (sau unele semnale deduse cu acestea).

Observații:

1. În cazul unui semnal alb-negru, deoarece $E_Y = E_R = E_G = E_B$, **semnalele diferență de culoare se anulează**.

2. Semnalele diferență de culoare pot fi calculate direct din semnalele primare:
   $E_R - E_y = 0{,}70 \cdot E_R - 0{,}59 \cdot E_G - 0{,}11 \cdot E_B$ şi
   $E_B - E_y = -0{,}30 \cdot E_R - 0{,}59 \cdot E_G + 0{,}89 \cdot E_B$
3. Nu este folosită diferența $E_G - E_y$ deoarece, comparativ cu celelalte două diferențe, pentru majoritatea imaginilor color, are amplitudini mai mici şi este mai expusă perturbațiilor. De exemplu, aşa cum se va vedea, pentru imaginea de tip **miră de bare color** semnalele diferență de culoare sunt:
   $(E_R-E_y)\big|_{max} = \pm 0.7$; $(E_B-E_y)\big|_{max} = \pm 0.89$ şi $(E_G-E_y)\big|_{max} = \pm 0.41$
   În plus, în urma experiențelor, s-a constatat că la transmiterea semnalelor E_R-E_y şi E_B-E_y ochiul este mai puțin sensibil la distorsiunile de nuanță decât în cazul combinațiilor E_R-E_y cu E_G-E_y sau E_B-E_y cu E_G-E_y.
4. Semnalele de luminanță şi cele diferență de culoare sunt calculate după ce s-a efectuat corecția de gamma.

Concluzie :
În principalele sisteme TVC compatibile (NTSC , PAL , SECAM) sunt folosite semnalul de luminanță E_y şi semnalele diferență de culoare E_R - E_y şi E_B - E_y (ultimele două sub diverse forme de modulație).

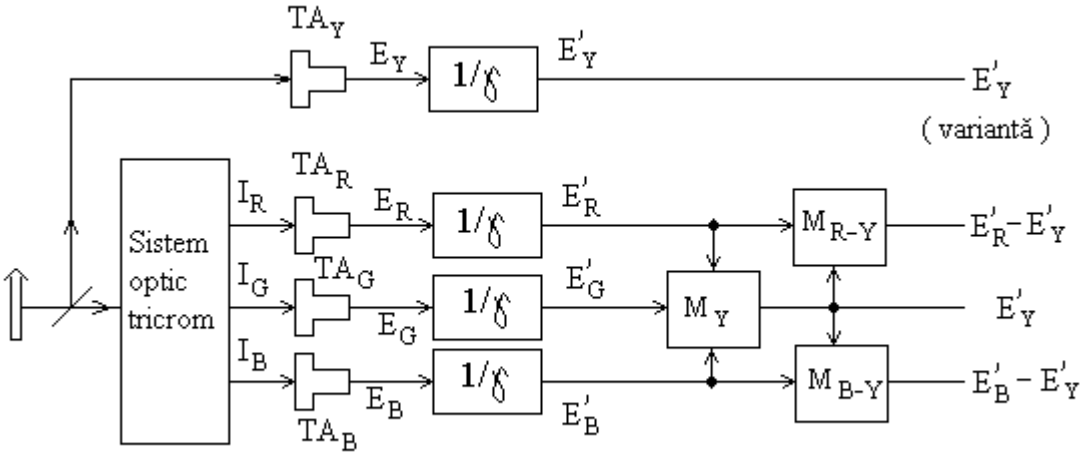


Fig. 5. Schema structurală pentru o cameră color în sistem TVC compatibil

În figura 5 s-a prezentat schema structurală a unei camere color utilizând patru tuburi videocaptoare. Ochiul este mai puțin sensibil la detaliile de culoare. În consecință semnalele purtătoare de informație de culoare pot fi limitate în frecvență pentru a nu duce la o bandă de frecvență prea mare.

Această reducere se resimte şi în calculul semnalului de luminanță E_y'. Pentru a se evita această situație nu se va transmite semnalul E_y' rezultat prin calcul, ci se foloseşte un al patrulea tub videocaptor care furnizează numai informația de luminanță E_y' (nelimitată în frecvență). În figură, M înseamnă bloc de calcul matricial care execută diversele calcule algebrice ale semnalelor.

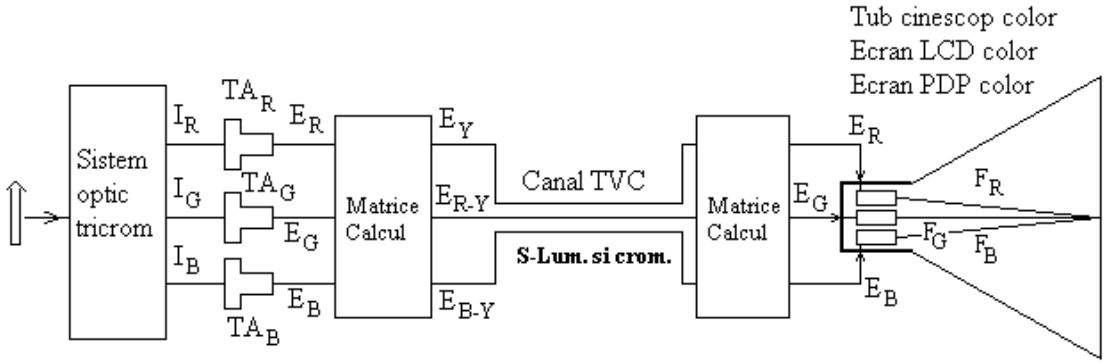


Fig.6. Schema simplificată a unui sistem liniar TVC bazat pe transmiterea semnalelor de luminanță şi a celor două semnale diferență de culoare

3.3.3. Sisteme TVC bazate pe utilizarea semnalului compozit de culoare tip MAQ

Semnalul video complex de culoare SVCC (denumit şi semnalul compozit; în limba engleză CVBS- **C**olor, **V**ideo, **B**lanking, **S**ynchro) este compus din *semnalul de luminanță* şi *semnalul de crominanță*, ultimul fiind la rândul său obținut prin modulație din semnalele de culoare.

Semnalul video complex color SVCC are forma **S-video = E_Y + E_C + E_S** unde:

- Semnalul de luminanță este calculat cu relația (1), adică

E_Y= 0.30·E_R + 0.59·E_G + 0.11·E_B

- Semnalele diferență de culoare E_R'-E_y' şi E_B'-E_y' modulează în cuadratură o subpurtătoare de culoare având frecvența f_{sp} ; se foloseşte modulația în cuadratură cu purtătoarea suprimată, MAQ-PS, iar semnalul obținut se numeşte **semnal de crominanță** şi se notează cu E_C. În consecință

E_C = (E_R - E_y)·cosω_{sp}t + (E_B - E_y)·sinω_{sp}t = |E_C| sin(ω_{sp}t + φ)

unde $\varphi = \text{arctg}\frac{E_R - E_Y}{E_B - E_Y}$ şi $|E_C| = \sqrt{E_R - E_Y{}^2 + E_B - E_Y{}^2}$

Semnalul E_Y este sumat cu semnalul de crominanță E_C la care se adaugă impulsurile de stingere B_H şi B_V precum şi impulsurile de sincronizare S_V şi S_H având **aceeaşi parametri ca în TV-AN**. Prin E_S s-au notat impulsurile de stingere şi sincronizare.

Alegerea frecvenței subpurtătoare de culoare

Semnalul video complex color se transmite pe un canal care are aceeaşi lățime de bandă ca şi canalul folosit în TV-AN. Această cerință se poate realiza printr-un compromis în care se exploatează caracteristicile spectrului semnalului SVC-AN pe de o parte, dar şi pe cele de percepție ale sistemului vizual uman cu privire la detaliile fine colorate , pe de altă parte (detaliile fine duc la frecvențele limită superioare ale informației de culoare).

Semnalele primare de culoare E_R, E_G, E_B fiind obținute în urma aceluiaşi proces de analiză ca în TV-AN , vor avea spectre cu aceleaşi particularități cu ale SVC-AN. Semnalele E_y şi E_R-E_y şi E_B-E_y fiind combinații liniare ale semnalelor primare , de asemenea vor avea aceeaşi structură spectrală.

În cazul de față interesează spațiile libere care există la mijlocul distanței dintre două componente principale $k \cdot f_H$ şi $(k+1) \cdot f_H$ – spațiile libere sunt pe poziții multipli impari de $f_H/2$ – precum şi scăderea amplitudinii componentelor spectrale la frecvențe mari. De asemenea interesează faptul că spectrul are componente secundare la distanță multiplu de f_V față de componentele principale.

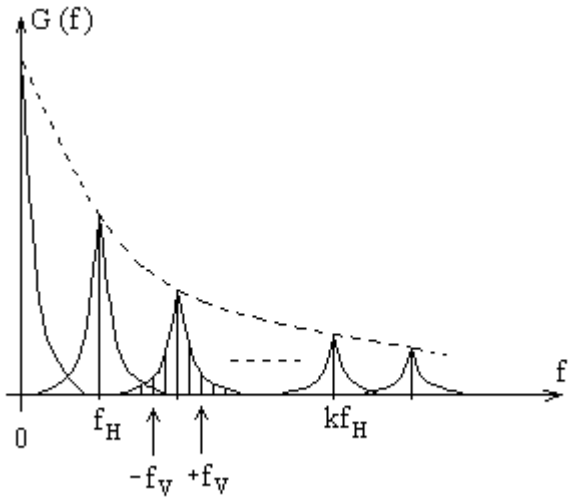


Fig. 7. Spectrul semnalelor E_Y, E_R-E_Y şi E_B-E_Y

Prin modulația în cuadratură, componentele spectrale ale semnalelor diferență de culoare sunt translate către partea superioară a spectrului (două benzi laterale de o parte şi alta față de frecvența subpurtătoarei de culoare – fig. 8.a.).

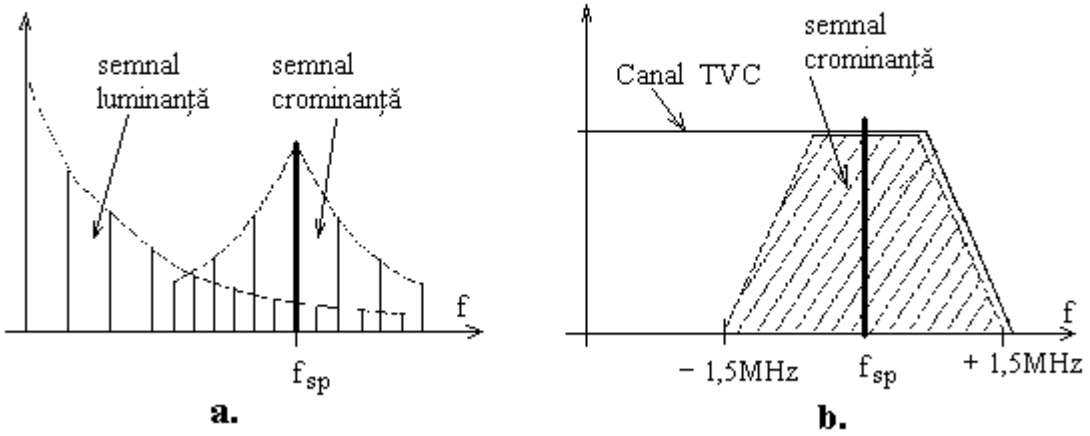


Fig. 8. Spectrul semnalului SVCC

Translarea se alege de aşa natură încât să asigure întreţeserea între componentele principale ale semnalului de luminaţă, pe de o parte, şi componentele principale ale semnalului de crominanţă (cele obţinute după translarea cu f_{sp}), pe de altă parte. Separarea dintre semnalul de luminanţă şi semnalul de crominanţă care **trebuie efectuată la recepţie** este mult uşurată, dacă, în urma translaţiei, componentele spectrale ale semnalului de crominanţă ajung în partea superioară a spectrului luminanţei, acolo unde amplitudinile acesteia sunt mai puţin semnificative.

Pentru ca semnalul de crominanţă rezultat în urma procesului de modulaţie MAQ să se încadreze în limitele canalului de TV-AN, (respectiv cele două benzi laterale rezultate) este necesar să se **reducă banda de frecvenţă** a semnalelor diferenţă de culoare la valori cuprinse între **1,2 şi 1,5 MHz** (funcţie de sistemul TVC). Această reducere **influenţează puţin** calitatea imaginii percepute, sistemul vizual uman având o sensibilitate mai scăzută la detaliile de culoare comparativ cu sensibilitatea la detaliile de luminanţă. Semnalele diferenţă de culoare E_R'-E_y' şi E_B'-E_y' cu banda de frecvenţă redusă se vor nota cu E'_{R-y} şi E'_{B-y} .

În concluzie, în toate sistemele TVC compatibile (NTSC, PAL, SECAM), semnalelor diferenţă de culoare **li se reduce banda** de frecvenţă şi apoi urmează modulaţia specifică sistemului. Semnalul rezultat în urma modulaţiei se numeşte **semnal de crominanţă**.

Receptorul TV-AN prelucrează în acelaşi mod întregul semnal SVCC. La redare, semnalul de crominanţă va fi perceput sub forma unei ţesături fine de puncte deoarece subpurtătoarea este situată la limita superioară a benzii video. Acest fenomen poartă numele de **vizibilitatea subpurtătoarei de culoare**.

Criteriile de alegere a frecvenței subpurtătoare :

asigurarea întrețeserii spectrelor de frecvențe ale luminanței şi ale crominanței. Pentru aceasta se recomandă ca f_{sp} să fie multiplu impar de $f_H/2$, adică $f_{sp} = (2k+1)\cdot f_H/2$

translarea spectrului semnalului de crominanță în partea superioară a benzii semnalului de luminanță, acolo unde acesta are am

având grijă ca benzile laterale să nu depăşească lărgimea canalului TV.

reducerea vizibilității subpurtătoarei.

Datorită întrețeserii componentelor spectrale ale semnalului de luminanță şi de crominanță, sistemele compatibile TVC mai sunt denumite sisteme TVC cu componente multiplexate în frecvență .

3.4. Concluzii

În televiziunea color se întâlnesc semnalele care sunt amintite mai jos. Ceea ce trebuie subliniat este faptul că în camera TV sunt folosite trei traductoare care furnizează cele **trei semnale primare de culoare** iar la display-ul de redare a imaginii, indiferent de construcția acestuia (CRT, LCD, PDP, etc.), tot aceste trei semnale sunt cele care trebuie să ajungă pentru a realiza comanda pentru pixeli.

În consecință în televiziune se vor folosi:

Semnalele primare de culoare E_R, E_G şi E_B pe care pentru simplitate le vom nota R, G, B. În acest caz pentru conectare sunt necesare 3 fire. Uneori , mai ales în cazul folosirii conectorului SCART este posibil să fie folosit aşa numitul sistem RGBHV, unde pe lângă cele trei semnale primare de culoare se mai transmit şi impulsurile de sincronizare linii (H) şi verticale (V).

Semnalul de luminață şi cele de crominanță (diferență de culoare). Se calculează cu relațiile:

Y = 0,299·R + 0,587·G + 0,114·B ≈ 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

R-Y = 0,7·R -0,59·G - 0,11·B

B-Y = - 0,3·R -0,59·G +0,89·B

De fapt, acest ansamblu de trei semnale se întâlneşte în variante uşor modificate care sunt enumerate în cele ce urmează:

Semnale YIQ folosite în NTSC; semnalele I şi Q provin din diferențele R-Y şi B-Y prin modificări bine justificate care nu vor fi amintite aici;

Y = 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

I = 0,74(R-Y) – 0,27(B-Y) = 0,60·R -0,28·G - 0,32·B

Q = 0,48(R-Y) + 0,41(B-Y) = 0,21·R -0,52·G + 0,31·B

Semnale YUV folosite în PAL; semnalele U şi V provin exact din diferențele R-Y şi B-Y prin micşorarea amplitudinii acestora.

Y = 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

U = 0,493(B-Y) = -0,15·R -0,29·G + 0,44·B

V = 0,877(R-Y) = 0,62·R -0,52·G - 0,1·B

Semnale YD$_R$D$_B$ folosite în SECAM; semnalele D_R şi D_B provin din diferențele R-Y şi B-Y prin mărirea amplitudinii acestora.

Y = 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

$\mathbf{D_R}$ = -1,9(R-Y) = -2,169·V = -1,33·R +1,12·G + 0,22·B

$\mathbf{D_B}$ = 0,877(R-Y) = 3,059·U = - 0,45·R -0,88·G + 1,33·B

Semnale $\mathbf{YP_RP_B}$ sunt semnale analogice recomandate de standardul ITU-R BT.601; Y se calculează la fel ca mai sus, în timp ce semnalele diferență de culoare au amplitudinea modificată astfel încât dacă R, G, B au valori cuprinse între 0 şi 1, atunci semnalele diferență de culoare să aibă valori între – 0,5 şi + 0,5.

Dacă notăm **Y** = K_R·R +K_G·G + K_B·B atunci

$P_R = \frac{1}{2} \bullet \frac{R-Y}{1-K_R}$ şi $P_B = \frac{1}{2} \bullet \frac{B-Y}{1-K_B}$

Înlocuind cu valorile numerice cunoscute K_R = 0,3 şi K_B = 0,11 rezultă

Y = 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

$\mathbf{P_R}$ = 0,5·R -0,42·G - 0,08·B

$\mathbf{P_B}$ = - 0,7·R -0,33·G + 0,5·B

Semnale $\mathbf{YC_RC_B}$ sunt semnale digitale recomandate de standardul ITU-R BT.601 şi reprezintă transcrierea în binar a semnalelor YP_RP_B , cu o rezoluție de 8 biți adică cu 256 de nivele.

Pentru Y corespondența se face astfel :

- pentru $Y_{analogic}$ = 0 corespunde Y_{logic} = 16 = 0001 0000;
- pentru $Y_{analogic}$ = 1 corespunde Y_{logic} = 235 = 1110 1111;

Pentru $\mathbf{C_RC_B}$ corespondența se face astfel:

- pentru $P_{R\ analogic}$ = - 0,5 corespunde $C_{R\ logic}$ = 16 = 0001 0000;

- pentru $P_{R\ analogic}$ = + 0,5 corespunde $C_{R\ logic}$ = 240 = 1111 0000;

Relațiile de calcul devin

Y = 16 + (65,481·R +128,553·G + 24,966·B)

$\mathbf{C_B}$ = 128 + (- 37,797·R -74,203·G + 112·B)

$\mathbf{C_R}$ = 128 + (112·R -93,786·G – 18,214·B)

Semnal compozit PAL se obține pe baza semnalelor YUV (pct.2.b. de mai sus) unde U şi V modulează în amplitudine în cuadratură (MAQ) un semnal purtător de frecvență f_P = 4,433 618 75 MHz;

Y = 0,3·R +0,59·G + 0,11·B

C = $U\sin\omega_p t \pm V\cos\omega_p t = |E_C| \sin(\omega_p t \pm \varphi)$ unde $|E_C| = \sqrt{U^2 + V^2}$ şi $\varphi = arctg\frac{V}{U}$

Semnul $\pm$ se interpretează în sensul că pe durata unei linii de explorare semnalul se transmite cu semnul + iar pe durata liniei următoare se transmite cu semnul -.

Semnalul compozit PAL este S_{PAL} = Y + C. Cele două semnale Y şi C pot fi transmise şi separate cu un conector S-video.

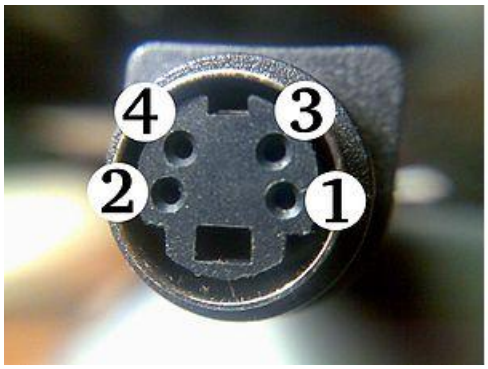
În cele ce urmează prezentăm câteva tipuri de conectoare folosite în televiziune care sunt specifice pentru fiecare tip de semnal folosit.



RCA Plugs



Conector SCART



1 - masă - GND (Y)
2 - masă - GND (C)
3 - semnal luminanță (Y)
4 - semnal crominanță (C)

Conector S-video



Echipamente utilizate

Camera video TV , video-recorder.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

Să cunoască modul de obținere şi definirea semnalelor primare de culoare.

Să cunoască diversele variante de semnale derivate din semnalele primare de culoare.

Să asimileze şi să identifice parametrii specifici pentru fiecare set de semnale utilizate (amplitudine, bandă frecvență, format).

Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele TV existente în studio şi se vor identifica semnalele furnizate şi utilizate de acestea. Se urmăreşte compatibilitatea dintre diveresele echipamente în ceea ce priveşte semnalele electrice.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 5

LP-5. Redarea imaginii de televiziune. Tubul cinescop color (CRT): principiu de funcționare, structură, performanțe.

1. Tema lucrării

Redarea imaginii de televiziune. Tubul cinescop color (**C**athode **R**ay **T**ube - CRT): principiu de funcționare, structură, performanțe.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de construcția şi funcționarea unui tub cinescop color precum şi formarea abilităților privind reglarea şi utilizarea unor astfel de sisteme.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1.Introducere

În urma unui proces de explorare similar cu cel de la captare, la capătul canalului de comunicație este sintetizată imaginea originală. Acest proces de sintetizare a imaginii originale poartă numele de redare a imaginii şi se realizează cu ajutorul unui traductor semnal electro-lumină, care poate fi tub cinescop, display cu cristale lichide sau plasmă.

Tubul cinescop este un tub cu fascicul de electroni, focalizat pe suprafața ecranului. Datorită unui proces de deflexie pe orizontală şi pe verticală, similar cu cel de la captare, poziția fasciculului de electroni se modifică continuu pe suprafața ecranului. Pentru a se obține pe ecran o imagine, fasciculul de electroni este supus unui proces de modulație a intensității cu ajutorul semnalului video aplicat pe electrodul de comandă al tubului cinescop. Ca urmare, funcție de intensitatea fasciculului de electroni (densitatea fluxului de electroni), ecranul fluorescent devine mai luminos sau mai puțin luminos în punctul unde este bombardat de fascicolul de electroni.

Principiul de funcționare. Tubul cinescop utilizat curent pentru reproducerea imaginilor în alb-negru este un tub cu fascicul electronic focalizat şi ecran luminescent asemănător tubului catodic din osciloscoape; deosebirea constă în aceea că în cinescop semnalul video modulează în intensitate fasciculul electronic, care explorează

suprafața ecranului, deviația fasciculului fiind efectuată de un sistem de deflexie magnetică (situat în exteriorul tubului).

Construcția. Tuburile cinescop obişnuite, utilizate în televizoare şi monitoare, au ecranul dreptunghiular şi unghi de deflexie mare (90 - 110°). Elementele constructive ale unui asemenea tub sunt prezentate în figura 1, ele având următoarele semnificații: *1* - termocatod; *2* - grila de comandă (grila Wehnelt); *3* - grila ecran; *4* - primul anod; *5* - al doilea anod; *6* - bobine de deflexie; *7* – strat conductiv, depus pe fața interioară a balonului şi legat electric cu al doilea anod şi cu borna exterioară *9*; *8*- luminoforul ecranului; *10* - fasciculul electronic.

Electrozii *1*, *2.*şi *3* acționează ca o lentilă electrostatică convergentă, ce formează un catod virtual pe axul tunului electronic, în imediata apropiere a termocatodului. Electrozii *4* şi *5* acționează ca o a doua lentilă, care formează în planul ecranului imaginea reală a catodului virtual. Distanța focală a acestei lentile se modifică de obicei prin variația tensiunii aplicate primului anod (numit şi electrod de focalizare). Electrodul *2* se găseşte la un potențial negativ de câțiva zeci de volți față de catod; primul anod este polarizat cu o tensiune de câteva sute de volți, iar al doilea anod este alimentat cu o tensiune foarte înaltă, de 12 - 18 kV.

Ca luminofori se folosesc sulfuri, seleniuri, silicați, wolframați sau fluoruri ale elementelor din coloana a doua a tabelului lui Mendeleev (Zn, Cd, Mg etc.). La aceste materiale se adaugă pentru activare Ag, Mn, Cu, Cr ş.a. Eficiența ecranului „alb” obişnuit este de 6 - 12 Cd/W, ea fiind îmbunătățită prin „aluminizare”, adică prin depunerea unei foițe foarte subțiri de Al pe suprafața interioară a luminoforului.

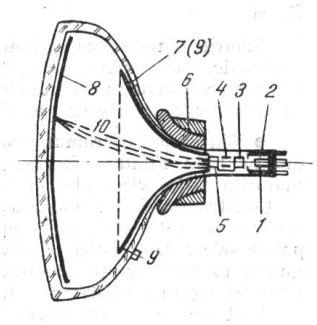


Fig.1. Tub cinescop

Caracteristica de modulație a cinescopului $B_a = f(U_c)$ reprezintă curba de variație a strălucirii aparente a ecranului B_a în funcție de

tensiunea aplicată electrodului de comandă U_c. La tensiuni anodice mari B_a este aproximativ proporțională cu curentul fasciculului electronic i_f astfel că, practic, caracteristica de modulație este dată sub forma $i_f = f(U_c)$. O strălucire normală (30 - 50 nit) se obține cu un curent i_f = 0,1 - 0,2 mA, tensiunea de „tăiere" a curentului variind între 20 şi 100 V.

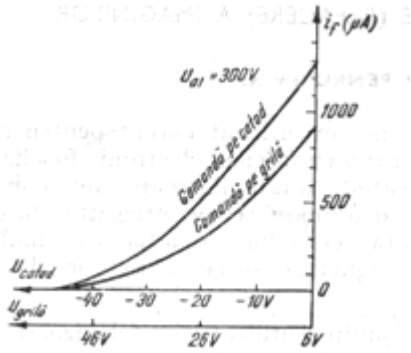


Fig.2. Caracteristica de modulație pentru cinescopul AW 43-88

Caracteristica de modulație a cinescopului AW 43 - 88 este prezentată

în figura 2. Ea este funcție de electrodul pe care se aplică semnalul de comandă, excitația pe catod fiind mai avantajoasă.

În regiunea de lucru, curba $i_f = f(U_c)$ se aproximează cu suficientă precizie prin relația:

$$i_f = C_1 U_c^{\gamma_c} = C_2 B_a ,$$

în care: - γ_c este factorul de contrast (γ_c = 2 – 3) iar C_1, C_2 sunt mărimi constante.

- *Notă.* Tuburile cinescop pentru proiecția imaginii pe ecran mare se deosebesc de cinescopul obişnuit prin dimensiunile mai reduse ale ecranului (6 – 23 cm) şi prin strălucirea mult mai mare a acestuia (1.000 – 10.000 nit). Asemenea străluciri se asigură cu tensiuni U_{a2} = 50 – 100 kV şi curenți i_f mult mai mari.

3.2. Descrierea constructivă a tubului cinescop color

Comportarea ochiului omenesc în ceea ce priveşte sesizarea culorilor este dictată de existența pe retină a trei grupe de celule

microscopice în formă de conuri, sensibile la roşu, verde şi albastru. Acțiunea combinată a acestor trei grupe permite identificarea unei culori oarecare. Legat de această observație referitoarea la fiziologia ochiului, în colorimetrie se demonstrează că orice culoare poate fi redusă prin combinarea în anumite proporții a culorilor primare: roşu, verde şi albastru.

Tubul cinescop se bazează pe obținerea simultană pe ecran a trei rastre de luminofori, fiecare emițând lumină colorată într-una din culorile primare – roşu (R), verde (V) şi albastru (B) – sub incidența a trei fascicule de electroni, emise de trei tunuri electronice. Pentru obținerea efectului dorit, de amestec aditiv al culorilor, se realizează gruparea luminoforilor corespunzători celor trei culori în triade de puncte sau benzi de luminofori.

Din punct de vedere al modului cum se asigură incidența corectă a fasciculelor de electroni pe luminofori, la ora actuală există două tipuri de tuburi cinescop color: *tubul cinescop cu masă perforată* şi *tubul cinescop cu grilă de defocalizare* (trinitron). Tubul cinescop de tip „trinitron" are o răspândire limitată, întrucât este produs numai de firma japoneză Sony, care l-a inventat. Cea mai mare răspândire în lume o are tubul cinescop cu mască perforată, care va fi deschis în continuare.

Din punct de vedere constructiv există două tipuri de tuburi cinescop cu mască perforată: tubul de tip „*delta*" şi cel de tip „*in - line*". Figurile 3 şi 4 prezintă câteva secțiuni prin cele două tipuri de tuburi cu mască perforată. Deosebirea între aceste tipuri constă în modul de dispunere a celor trei tunuri electronice şi a luminoforilor de pe ecran.

În cazul tubului cinescop de tip „delta" tunurile electronice şi luminoforii din cadrul unei triade sunt dispuşi în colțurile unui triunghi echilateral, în timp ce la tubul „in – line" tunurile electronice sunt dispuse în acelaşi plan orizontal, iar luminoforii în triade de benzi verticale echidistante. Ca urmare a reglajelor multiple pe care le necesită, tuburile de tip „delta" sunt puțin utilizate la ora actuală în lume, iar producerea lor a fost abandonată, o pondere tot mai mare având-o tuburile de tip „in – line", ale căror performanțe au fost sistematic îmbunătățite.

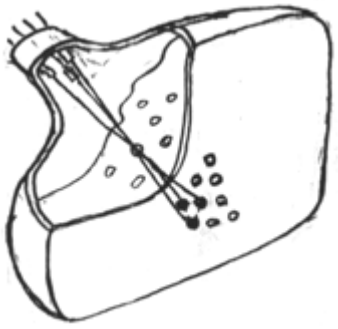


Fig.3. Tub cinescop „delta”

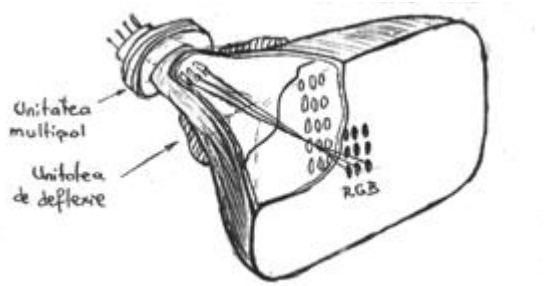


Fig.4. Tub cinescop „in – line” cu unități anexe

Din figura 4 se poate observa structura tubului cinescop color „in – line”. Se constată existența următoarelor componente de bază:

a. Tunurile electronice, dispuse în linie şi uşor înclinate pentru a asigura convergența statică (la mijlocul ecranului). Deşi realizarea tunurilor electronice este diferită de la firmă la firmă, fiecare căutând să obțină un tun pentru o focalizare optimă a fasciculelor; totuşi, în esență, structura fiecărui tun electronic este asemănătoare cu aceea a tunurilor de la tuburile cinescop

alb – negru. De remarcat, că la ultimele tipuri de tuburi cinescop color, grilele tunurilor se leagă electric împreună, ceea ce duce la simplificarea alimentării tubului. Figura 5 prezintă simplificat schema electrică a tubului cinescop color.

b. Ecranul de luminofor se realizează printr-un procedeu fotochimic şi este corelat cu găurile realizate în masca perforată. Luminoforii sunt astfel dispuşi încât, pentru fiecare gaură din mască,

corespunde o triadă formată din câte un luminofor pentru fiecare din cele trei culori. Randamentul luminoforilor diferă de la culoare la culoare, adică, pentru acelaşi curent de fascicul intensitatea luminii emise de cei trei luminofori va fi diferită. De aceea şi curenții de fascicul corespunzători celor trei tunuri electronice trebuie să fie dozați într-o anumită proporție pentru obținerea corectă a culorilor, în particular a culorii albe. Luminoforii sunt obținuți din pământ rar (pentru roşu) şi sulfați (pentru verde şi albastru). Caracteristicile spectrale pentru cele trei tipuri de luminofori determină nuanța predominantă a ecranului realizat, nuanță care este specifică pentru tuburile provenite de la diferiți fabricanți. Un alt parametru important al ecranului îl reprezintă strălucirea. Intensitatea radiației luminoase a ecranului este dată de relația:

$$I = I_f \cdot T_M \cdot a \cdot T_S$$

unde:

T_S = transparența sticlei;

T_M = transparența măştii;

I_f = intensitatea curentului de fascicul;

a = constantă de material care caracterizează randamentul transformării energiei fasciculului în energie luminoasă,

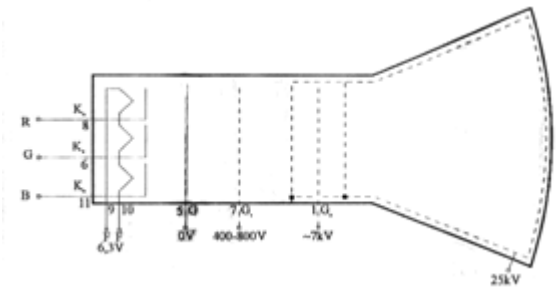


Fig.5: Tub cinescop A 48 ECR 11X

*Observație:*Pentru creşterea strălucirii, producătorii de tuburi cinescop au acționat îndeosebi prin mărirea coeficienților *a* şi T_M..

Mărirea transparenței sticlei conduce la mărirea strălucirii , dar are ca efect negativ

scăderea contrastului. În sfârşit, un alt parametru este timpul de persistență, care caracterizează inerția luminoforului şi reprezintă timpul după care strălucirea scade la 1% din valoarea măsurată în momentul încetării bombardamentului. În cazul tuburilor cinescop este necesar ca persistența să fie medie, adică să nu depăşească durata unui semicadru (20ms).

c. Masca perforată este realizată din tablă de oțel cu grosimea de circa 0,lmm. Obținerea fantelor se realizează printr-un procedeu fotochimic. Găurile din mască sunt dispuse de-a lungul unor linii verticale, corespunzător dispunerii luminoforilor pe ecran. După realizarea găurilor, masca este prinsă într-un cadru foarte rigid care reduce dilatarea datorată căldurii disipate. Pentru a favoriza disiparea căldurii, masca şi cadrul sunt vopsite în negru.

d. Dintre **părțile de sticlă,** ceea mai pretențioasă este partea frontală, ce trebuie să întrunească condiții de aspect şi transparență şi să absoarbă radiațiile X emise în urma bombardamentului electronic. Pentru aceasta, în componența sticlei sunt introduşi oxizi care determină ca emisia de radiații X să se limiteze la cantități nepericuloase pentru telespectator .

e. Ansamblu bobinelor de deflexie produce câmpurile magnetice liniar variabile care deplasează cele trei fascicule în vederea explorării ecranului. O cerință fundamentală, în cazul exploatării unui ecran de tub cinescop color, este aceea a asigurării convergenței celor trei fascicule de electroni pe luminoforii aceleiaşi triade, fiecare triadă corespunzând unei găuri în mască. Convergența celor trei fascicule pe triada din centrul ecranului, în absența deflexiei, se numeşte *convergență statică*, iar convergența pe restul ecranului, în timpul baleierii, poartă denumirea de *convergență dinamică*. Convergența dinamică se asigură prin crearea, de către bobinele de deflexie, a unor câmpuri neuniforme, a căror intensitate variază, după anumite legi, pe orizontală şi verticală. În afara corecției de convergență, câmpurile create de bobinele de deflexie trebuie să asigure corecția distorsiunilor geometrice ale ecranului, şi în primul rând a distorsiunii de pernă (figura 6). Distorsiunea de pernă

apare ca urmare a razei de curbură foarte mari a ecranului. La tipurile de tuburi cinescop de 90° utilizate în televizorul Indiana 200, corecția de pernă se realizează prin construcția bobinelor de deflexie, nefiind necesare circuite speciale. La alte tipuri, în special la cele de 110°, construcția tubului şi a bobinelor de deflexie nu reuşeşte să compenseze în limite acceptabile decât distorsiunile de pernă pe verticală (nord - sud), în timp ce pentru corecția de pernă est - vest este necesar să se facă modularea curenților prin bobinele de deflexie orizontală. Modularea are în vedere creşterea amplitudinii. curentului de deflexie m zona centrală a ecranului (figura7).

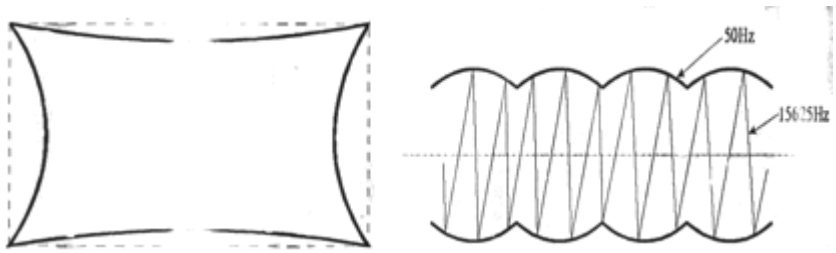


Fig. 6: Distorsiunea de pernă şi modularea curentului prin bobinele de deflexie orizontală în vederea corecției E - V

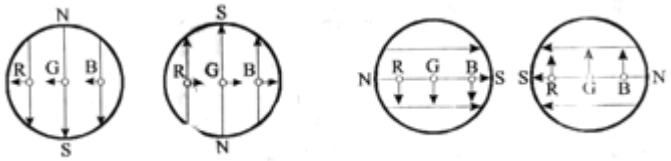
f. Unitatea multipol, prezentă la majoritatea tipurilor de tuburi cinescop color, este dispusă pe gâtul tubului şi în general este alcătuită din 4 perechi de inele magnetice multipol. Acestea au următoarele destinații:

i. O pereche de inele cu 2 poli (fig.7.a) este utilizată pentru o deplasare uşoară a fasciculelor în aceeaşi direcție, pe orizontală (circa 50 μm), în vederea corectării purității.

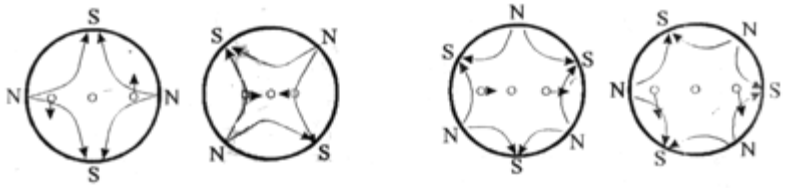
ii. O pereche de inele cu doi poli se utilizează pentru deplasarea fasciculelor în aceeaşi direcție, pe verticală (circa 5 mm)- vezi figura 8 b.

iii. Două perechi de inele pentru reglajul convergenței statice, una formată din inele cu 4 poli, cealaltă din inele cu 6 poli – fig. 8 c. Fiecare pereche de inele este formată din două inele identice, cuplate printr-un sistem mecanic care permite rotirea inelelor în opoziție unul față de altul, sau simultan, în aceeaşi direcție. Prin rotirea în opoziție se variază mărimea câmpului magnetic rezultat, iar prin rotirea simultană se variază

direcția câmpului rezultant. În caz inelelor destinate reglajelor de puritate şi centrare, se reglează numai intensitatea câmpului, iar în cazul inelelor de convergență există posibilitatea reglării atât a intensității câmpului cât şi a direcției acestuia. De reținut că, unitatea multipol se reglează din fabrica de tuburi cinescop şi nu este indicat să se acționeze ulterior asupra ei.



a) inele de puritate b) inele pentru centrare pe verticală



c) inele pentru convergența statică

Fig.7. Unitatea multipol este formată din 4 tipuri de inele

g. Blindajul magnetic este introdus în bulonul de sticlă în scopul protecției împotriva câmpurilor magnetice externe. Pentru a fi eficient, el trebuie demagnetizat periodic.

3.3. Demagnetizarea tuburilor cinescop color

Fidelitatea de reproducere pe tubul cinescop tricrom cu mască perforată este condiționată strict de corectitudinea centrării celor trei fascicule printr-un acelaşi orificiu al măştii şi de corectitudinea centrării fiecărui punct de impact al fasciculului pe luminoforul corespunzător de

pe ecran. Dacă un câmp magnetic exterior influențează traiectoria fasciculelor, centrarea printr-un acelaşi orificiu al măştii nu mai este corectă şi spoturile celor trei fascicule sunt descentrate în raport cu luminoforii (fig.8.), producând erori de puritate a culorii.

Zonele luminiscente ale celor trei fascicule sunt reduse în rapoarte care pot fi foarte diferite de la un luminofor la altul. Rezultă o scădere a strălucirii şi o modificare a nuanței culorilor. Dacă nu se iau precauții speciale, câmpul magnetic terestru este suficient pentru a produce o astfel de descentrare. De asemenea, efecte perturbatoare asupra culorii pot produce magneți sau transformatoare de tensiune aflate în apropierea tubului cinescop.

Ținând seama de toate acestea, rezultă necesitatea unui blindaj magnetic. Acesta a fost introdus în interiorul tubului cinescop, lipit de pereții balonului de sticlă, şi este realizat dintr-un material cu proprietăți feromagnetice, caracterizat printr-o permeabilitate magnetică inițială mare.

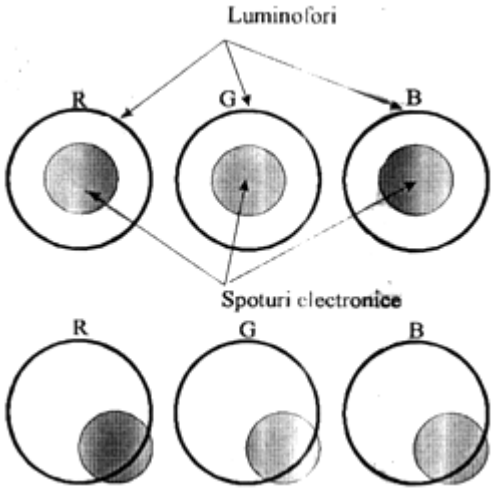


Fig.8. Eroare de puritate a culorii

Întrucât materialele feromagnetice au o caracteristică de magnetizare după o curbă de histerezis, blindajul magnetic capătă în timp o magnetizare permanentă care îi scade eficacitatea de ecran magnetic. Din acest motiv, la fiecare punere în funcțiune a televizorului, imediat după alimentare, tubul cinescop este supus unor cicluri de demagnetizare care readuc materialul feromagnetic în punctul de magnetizare nulă. Demagnetizarea se efectuează supunând tubul cinescop unor cicluri succesive de câmp magnetic alternativ, cu o

intensitate descrescătoare în timp. Pentru demagnetizare se utilizează un circuit cu una sau două bobine de demagnetizare situate pe balonul tubului cinescop şi un dispozitiv cu două termistoare (fig.9.).

Rezistența inițială a termistoarelor permite trecerea unui curent de circa $11A_W$ prin bobina de demagnetizare. Prin încălzire ca urmare a curentului electric care trece prin ele, termistoarele îşi măresc rezistența şi curentul prin bobine scade la circa 70 mA după 5 secunde şi la 2 mA după 3 minute. Astfel în timpul funcționării televizorului, în circuitul de demagnetizare nu se produc pierderi.

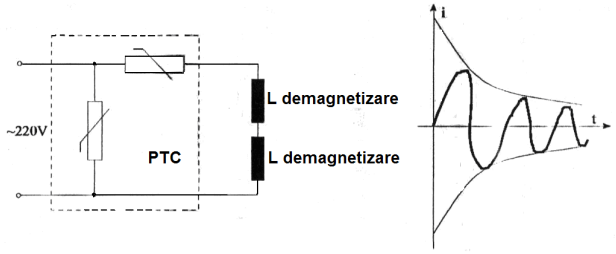


Fig. 9. Circuit de demagnetizare a tubului cinescop color

3.4. Comanda tuburilor cinescop color

Existența a trei tunuri electronice şi a celor trei rastre de luminofori, cu caracteristici diferite în ceea ce priveşte intensitatea radiației luminoase emise în funcție de excitație, implică probleme speciale pentru comanda catozilor celor trei tunuri. Ca urmare a toleranței de fabricație, tunurile nu pot fi realizate identic, motiv pentru care caracteristicile de comandă pe cele trei tunuri nu se suprapun (fig.10). Tensiunile pe cei trei catozi, pentru care intensitățile curenților de fascicul se anulează (tensiunile de „tăiere" a curenților de fascicul), au valori diferite (U_{tKG} diferit de U_{tKB}).

Pentru o comandă corectă - este necesar ca tensiunile corespunzătoare nivelurilor de negru ale celor trei semnale , R , G şi B, să fie egale cu tensiunile de tăiere a curenților de fascicul pe fiecare tun electronic. În acest fel tunurile electronice se vor deschide simultan la aplicarea semnalelor video complexe pe catozi, iar luminanțele celor trei rastre de luminofori, corespunzătoare unor imagini gri -închis, vor avea valori egale, ceea ce va determina o redare corectă a negrului. Reglarea nivelului de negru al semnalelor R, G, B de pe catozi (reglajul „punctului

de negru") corespunde unui reglaj al tensiunii continue pe catozi.

O altă problemă apare ca urmare a randamentului diferit al luminoforilor corespunzând celor trei culori. În cazul în care este necesară redarea unei imagini albe, semnalele transmise la emisie sunt R = G = B şi va trebui ca, la recepție, luminanțele celor trei rastre de luminofori ale tubului să fie egale. Datorită randamentelor diferite ale luminoforilor, pentru obținerea de luminanțe egale ale rastrelor respective, curenții de fascicul prin cele trei tunuri trebuie să aibă valori diferite. Deci, pentru a se obține pe ecranul tubului cinescop imaginea albă transmisă la emisie, ponderile curenților celor trei fascicule în cadrul curentului anodic total trebuie să fie ferite.

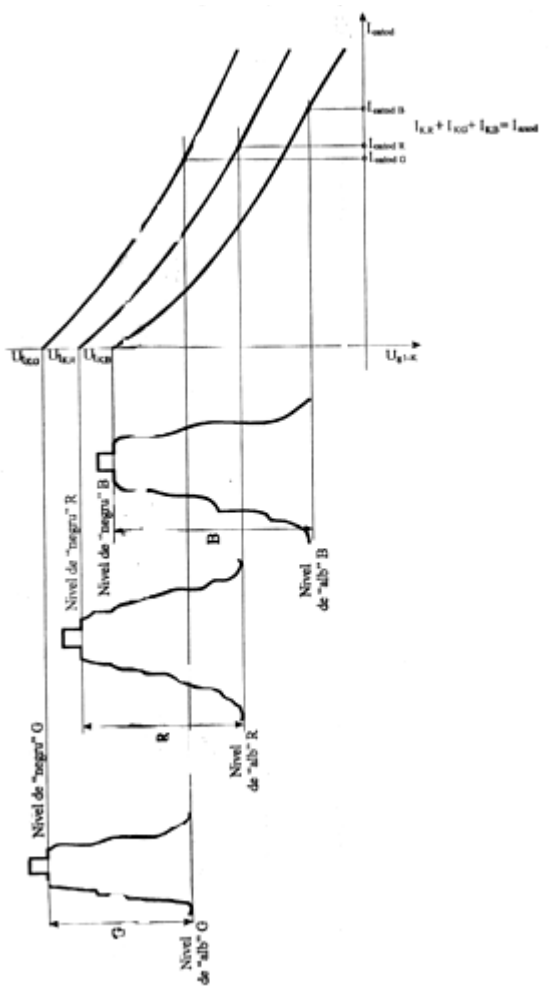


Fig.10. Stabilirea nivelului de stingere şi a amplitudinii pentru semnalele video R, G, B de pe catozii tubului cinescop

Producătorul de tuburi cinescop furnizează date privind distribuția

tipică a curentului anodic pe cei trei catozi, necesară pentru obținerea unui alb caracterizat fie de coordonatele X, Y, fie de temperatura de culoare. Stabilirea acestor ponderi se face prin reglajul „punctului de alb”, care constă în reglarea amplitudinii semnalelor R, G, B pe cei trei catozi, pentru obținerea pe ecran a imaginii albe.

În concluzie, prin reglarea nivelului de negru al semnalelor R, G, B de pe catozi (reglarea „punctului de negru”) şi reglarea amplitudinii acestor semnale (reglarea „punctului de alb”), rezultă o redare corectă a scării de gri (condiție de compatibilitate a sistemelor de TVC) şi celorlalte culori.

3.5. Criterii de alegere a unui tub cinescop

Există o multitudine de criterii pentru clasificarea şi alegerea tuburilor cinescop color, dintre cele mai semnificative fiind:

1. criterii electrice;
2. criterii legate de corecțiile necesare (convergență, pernă);
3. criterii constructive;
4. criterii legate de caracteristicile bobinelor de deflexie.

1. Criteriile electrice se referă la tensiunile de alimentare necesare şi anume:

a) Tensiunea de filament; Este în general de 6,3 V_{ef} şi trebuie menținută într-o toleranță foarte strânsă (după unii ± 0,2 V, după alții ± 5 %), având o influență majoră asupra duratei de viață a tubului, dar şi a strălucirii lui. Diagrama din fig.11., obținută experimental de firma Thomson - Videocolor, arată că durata de viață a tubului este invers proporțională cu tensiunea de filament aplicată. În foarte multe scheme filamentul este alimentat în impulsuri, aprecierea valorii eficace fiind posibilă cu instrumente de valori eficace, cu factor de creastă de minimum 1/5.

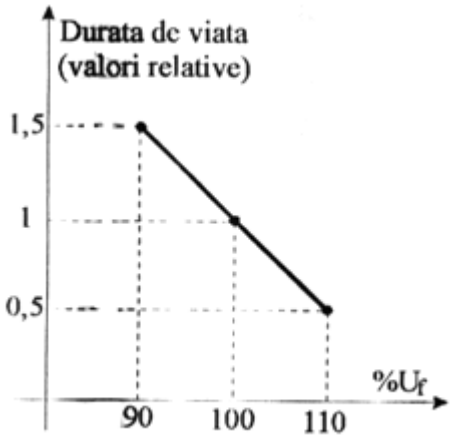


Fig.11: Durata de viață a tubului cinescop în funcție de tensiunea aplicată filamentului

b) Tensiunea anodică; Catalogul furnizează limitele minimă şi maximă (în general 20 kV şi respectiv, 27,5 kV) ale tensiunilor anodice pentru care tubul funcționează corect. Alimentarea cu o tensiune mai mică decât cea minimă poate afecta focalizarea şi strălucirea, iar alimentarea cu o tensiune mai mare decât cea maximă admisibilă poate produce descărcări în interiorul tubului şi depăşirea valorilor garantate pentru nivelul radiațiilor X emise.

c) Curentul anodic; Există o valoare limită $I_{a\,max}$ a curentului anodic mediu (de exemplu de 1 mA), care nu trebuie depăşită pe termen lung. Utilizarea permanentă a televizorului cu strălucirea şi contrastul la valori care să asigure un curent maxim anodic duce la scurtarea vieții tubului.

d) Tensiunea de grilă-2, tensiunile pe catozi; foile de catalog furnizează graficul $U_{K\text{-}G2}$ din care rezultă tensiunile pe grila 2 şi pe catozi, necesare reglajului pentru punctul de negru. În general, potențiometrul de reglaj al tensiunii pe grila 2 permite un reglaj în plaja 250 – 800 V. Există o limită maximă (1,5kV) care nu trebuie depăşită.

e) Tensiunea de focalizare; Foile de catalog prezintă pentru grila 3 o plajă de tensiuni care trebuie asigurată prin reglajul potențiometrului de focalizare pentru a se obține o focalizare sigură a tubului cinescop. Tensiunile respective sunt date procentual față de tensiunea anodică utilizată. Pentru tuburile realizate în ultimii ani această plajă este în jurul valorii de 7 kV (pentru o tensiune anodică de 25 kV), de exemplu: U_{G3} =

26,6 – 29,8 %U_A.

2. Criteriile referitoare la corecțiile necesare pentru rastru sunt:

a) convergența; Tuburile moderne de televizor nu necesită reglaje de convergență, ele fiind auto-convergente. Erorile de convergență există însă şi se admit între anumite limite. De exemplu, în centrul ecranului se poate admite o eroare de 0,4 mm, iar în colțuri de cca. 1,5 mm.

b) distorsiuni de pernă; Majoritatea tuburilor cinescop cu diagonală de până la 51 cm şi cu unghi de deflexie de 90º nu necesită corecții de pernă. O corecție de pernă est – vest este uzuală pentru tuburi cu diagonale mai mari şi unghi de deflexie de 110º. Pentru unele tuburi cinescop cu ecranul foarte plat, de exemplu pentru tuburile Super Planar fabricate de Thomson – Videocolor, este necesară şi o corecție de rastru nord – sud.

3. Criterii constructive:

a) diagonala ecranului ; Se realizează în mod frecvent tuburi cinescop cu o diagonală utilă între 34 cm şi 81 cm.

b) forma ecranului; Se caracterizează prin gradul de planeitate; forma colțurilor; formatul imaginii. Tuburile furnizate de diverse firme se împart în tuburi convenționale şi tuburi cu diverse grade de planeitate şi rotunjime a colțurilor. Tuburile convenționale sunt considerate tuburile care, ca formă, sunt din generația cea mai veche, încă în producție. De exemplu, tuburile fabricate de Thomson - Videocolor sunt de următoarele tipuri:

- PII S4 (poate fi considerat convențional) – exemplu: A51 - 421X

- FS 10 (Full - Square – colțuri drepte) – A66 EAS 00 X

- MP (Medium Planar – ecran plat)- A51 EBY 10

- SP, (super Planar – ecran super plat) – A68 EAU 00 X

Denumirile şi razele de curbură pentru tuburile cu grad de planeitate

ridicat diferă de la firmă la firmă.

c) formatul ecranului; Formatul ecranului, este în general de 4/3. Există însă şi tipul de tub „lat” sau tub „cinemascop” cu format 16/9.

d) diametrul gâtului ; Diametrul gâtului este un parametru important, deoarece el influențează sensibilitatea bobinelor de deflexie, şi anume cu cât diametrul este mai mic sensibilitatea este mai bună. Un diametru răspândit la majoritatea tuburilor este de 29,1 mm, dar tuburile de tip 30AX – Philips utilizează un diametru de 36,5 mm. Pentru tuburile cu diagonală de 37 cm şi 51 cm se mai utilizează şi „mini - neck”-urile, sau gâturile subțiri cu diametrul de 22,5 mm, în scopul reducerii puterii consumate de bobinele de deflexie.

3.6. Formarea şi comanda fasciculului de electroni

Focalizarea fasciculului de electroni

Fasciculul de electroni este generat în interiorul tubului de un ansamblu de electrozi, denumit tun electronic (vezi fig.12.). Catodul k, încălzit indirect, serveşte ca sursă primară de electroni. Aceşti electroni se deplasează de la catod spre grila ecran, g2, sub influența câmpului de accelerare care există între catod şi grila ecran. Grila de comandă, g1, este mai negativă decât catodul, iar intensitatea câmpului de accelerare şi deci curentul de fascicul se micşorează la creşterea negativării grilei de comandă. Mai mult, când grila de comandă este făcută suficient de negativă se asigură blocarea curentului de fascicul prin tub. În concluzie, rolul grilei de comandă este de a comanda, în funcție de negativarea acesteia față de catod, densitatea fluxului de electroni ai fasciculului şi prin aceasta energia fasciculului care cade pe ecran. În acest fel, luminanța punctului respectiv de pe ecran devine o funcție de tensiune aplicată grilei de comandă. În tuburile cinescop se foloseşte focalizarea electrostatică, care prezintă următoarele avantaje:

- consumă mai puțină putere,

- prezintă dimensiuni mai mici pentru aceleaşi dimensiuni ale ecranului,

- este mai puțin sensibilă la variațiile tensiunii de alimentare şi ale temperaturii de lucru.

Câmpul electrostatic care realizează focalizarea este generat de nişte cilindri metalici coaxiali prevăzuți cu diafragme.

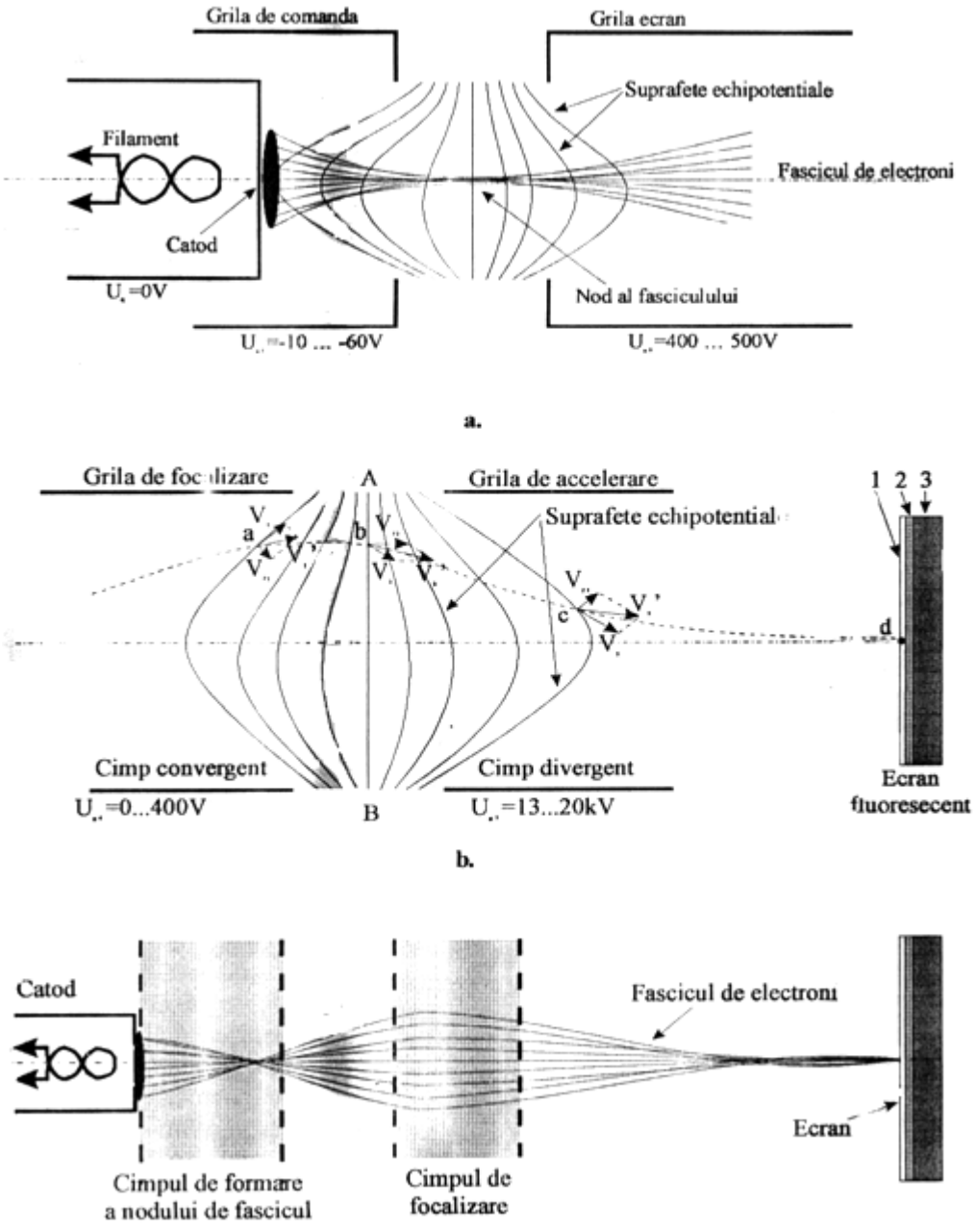


Fig.12. Funcționarea sistemului de focalizare electrostatică într-un tub cinescop;

a – formarea nodului de fascicul;

b – acțiunea de focalizare a fasciculului de electroni şi structura ecranului fluorescent aluminizat; 1 – strat subțire de aluminiu; 2 – luminofor; 3 – filtru de sticlă

Dacă un electron intră într-un câmp electrostatic sub un unghi față de normala la suprafețele echipotențiale ale câmpului, traiectoria lui tinde să se curbeze în aşa fel încât să devină normală la suprafețele echipotențiale. Raza de curbură a traiectoriei în orice punct este determinată de viteza electronului şi de componenta câmpului, perpendiculară la direcția de mişcare. Prin alegerea corespunzătoare a formei şi dimensiunii cilindrilor, precum şi a distanței dintre aceştia şi printr-o reglare a potențialelor aplicate acestor electrozi, se poate obține focalizarea fasciculului de electroni.

În imediata apropiere a catodului are loc prima focalizare a fasciculului de electroni. Datorită distanței mici şi diferenței mari de potențial dintre grila ecran şi catod, ia naştere în regiunea cuprinsă între catod, grila de comandă şi grila ecran un câmp electrostatic intens, cu simetrie axială, ale cărui suprafețe echipotențiale au configurația prezentată în fig.12.a. Ca urmare, electronii emişi de catod sunt concentrați de acest câmp într-un fascicul îngust, caracterizat printr-un nod. Prezența acestui nod este necesară pentru că diametrul spotului luminos obținut în final pe ecranul tubului cinescop (vezi fig.12.c) să nu depăşească lățimea unei linii de explorare, $\delta = h/Z_a$ (h fiind înălțimea ecranului, iar Z_a - numărul de linii active dintr-un cadru de imagine). În caz contrar el ar acoperi liniile adiacente şi astfel ar micşora definiția imaginii.

Dacă un electron intră într-un câmp electrostatic sub un unghi față de normala la suprafețele echipotențiale ale câmpului, traiectoria lui tinde să se curbeze în aşa fel încât să devină normală la suprafețele echipotențiale. Raza de curbură a traiectoriei în orice punct este determinată de viteza electronului şi de componenta câmpului, perpendiculară la direclia de mişcare. Prin alegerea corespunzătoare a formei şi dimensiunii cilindrilor, precum şi a distanței dintre aceştia şi printr-o reglare a potențialelor aplicate acestor electrozi, se poate obține focalizarea fasciculului de electroni pe ecranul tubului cinescop. În

imediata apropiere a catodului are loc prima focalizare a fasciculului de electroni. Datorită distanței mici şi diferenței mari de potențial dintre grila ecran şi catod, ia naştere în regiunea cuprinsă între catod, grila de comandă şi grila ecran un câmp electrostatic intens, cu simetrie axială, ale cărui suprafețe echipotențiale au configurația prezentată în fig.12.a. Ca urmare, electronii emişi de catod sunt concentrați de acest câmp într-un fascicul îngust, caracterizat printr-un nod. Prezența acestui nod este necesară pentru că diametrul spotului luminos obținut în final pe ecranul tubului cinescop (vezi fig.12.c) să nu depăşească lățimea unei linii de explorare, $\delta = h/Z_a$ (h fiind înălțimea ecranului, iar Z_a - numărul de linii active dintr-un cadru de imagine). În caz contrar el ar acoperi liniile adiacente şi astfel ar micşora definiția imaginii.

În practică, pentru a se obține un curent de fascicul care să asigure luminanța dorită a ecranului, suprafața emisivă a catodului trebuie să aibă un diametru de cel puțin 1 mm. În aceste condiții, în lipsa nodului, diametrul spotului luminos pe ecran ar fi de cel puțin 3 mm, fiind astfel mult mai mare decât lățimea unei linii de explorare. Prin formarea nodului de fascicul, al cărui diametru este o fracțiune din acela al suprafeței emisive a catodului, rezultă o micşorare corespunzătoare a dimensiunii spotului luminos la suprafața ecranului. În concluzie, prima focalizare a fasciculului de electroni asigură o îngustare a acestuia, ca şi cum emisia de electroni ar avea loc din nodul fasciculului. Prezența grilei ecran asigură o mai mare independență de reglaj a luminanței şi focalizării spotului luminos pe ecran.

Sub influența câmpului de accelerare, determinat de înalta tensiune U_{g3g5a} aplicată anodului principal al tubului prin contactul anodic, electronii se deplasează din nod spre ecran sub forma unui fascicul divergent. Focalizarea propriu-zisa este realizată de către câmpul de focalizare cu simetrie axială creat între cei doi electrozi cilindrici coaxiali: grila de focalizare, g4, şi grila de accelerare (anodul principal), g5. Trecând prin câmpul de focalizare, fasciculul divergent devine convergent. Prin ajustarea diferenței de .potențial dintre cei doi electrozi, este posibil să se asigure convergența fasciculului într-un punct pe suprafața ecranului fluorescent.

În fig.12.b se prezintă acțiunea de focalizare a fasciculului de electroni de către câmpul electrostatic. Electronul intră în câmpul de

focalizare cu viteza inițială v_1. Acțiunea câmpului electric asupra electronului se manifestă prin prezența unei noi componente a vitezei, v_{f1}, normală la suprafața echipotențială în punctul a. Viteza rezultantă v (şi ca o consecință, noua direcție în care se deplasează electronul) este suma vectorială a lui v_1 şi v_{f1}. Ca urmare, în deplasarea de la stânga la dreapta, traiectoria electronului tinde să se curbeze din ce în ce mai mult spre axa tubului, rezultând un efect de focalizare asupra fasciculului de electroni.

Linia AB marchează poziția suprafeței echipotențiale a câmpului de focalizare, caracterizată prin faptul că perpendicularele la această suprafață sunt paralele cu axa tubului. La dreapta acestei suprafețe componentele de viteză v_f au un efect de defocalizare asupra fasciculului de electroni. Acest lucru nu constituie un dezavantaj, întrucât efectul de defocalizare al câmpului divergent este mai redus decât efectul de focalizare al câmpului convergent şi ca urmare ansamblul celor doua câmpuri rămâne un sistem convergent. Mai mult, focalizarea fasciculului de electroni se realizează într-un punct mai îndepărtat de câmpul de focalizare decât în cazul în care ar fi prezent numai câmpul convergent, ceea ce face posibilă convergența fasciculului de electroni într-un punct situat pe ecranul tubului. Cele menționate mai sus se bazează pe faptul că puterea unei lentile electronice descreşte cu creşterea potențialelor pe suprafețele echipotențiale ale câmpului.

Datorită faptului că electronii au viteză mai mare la ieşirea din câmpul de focalizare decât la intrare, sistemul de focalizare descris în fig.12.b este de tipul cu lentilă de accelerare. Performanțe mai bune, în ceea ce priveşte corecția eficientă a aberațiilor, se pot obține prin folosirea în sistemul de focalizare a trei electrozi cilindrici coaxiali. După cum se vede în fig.5, electrozii extremi, grilele g_3 şi g_5, se găsesc la acelaşi potențial, $U_{g3g5a} > U_{g4}$.

Cu excepția unei suprafețe circulare în dreptul bornei de înaltă tensiune, partea tronconică a tubului cinescop este acoperită atât în interior cât şi în exterior cu un strat conductor de electricitate. Se formează astfel un condensator având ca armături cele doua straturi şi ca dielectric peretele de sticlă al tubului. Prin legarea stratului exterior la masa montajului, acest condensator îndeplineşte rolul unui condensator de filtraj pentru redresorul de înaltă tensiune. Utilizarea acestui

condensator nu este lipsită de însemnătate, dacă se au în vedere dificultățile de realizare a unui condensator cu tensiunea de lucru de ordinul zecilor de kilovolți.

Suprafața frontală a tub cinescop este uşor convexă pentru a rezista la presiunea atmosferică. Pe suprafața interioară a ecranului tubului cinescop este depus un strat subțire de aluminiu peste substanța fluorescentă(fig.12. b). Acest strat acționează ca o oglindă care reflectă lumina spre telespectator, îmbunătățind astfel contrastul şi luminanța imagini. De asemenea, stratul de aluminiu este opac pentru ionii negativi, care datorită masei mari nu sunt accelerați suficient pentru a străbate acest strat. Acest lucru protejează ecranul de distrugere datorită bombardamentului electronic. Stratul de aluminiu este conectat din punct de vedere electric la înalta tensiune de accelerare.

3.7. Modulația fasciculului de electroni

Procesul prin care intensitatea curentului de fascicul al tubului cinescop se modifică în ritmul semnalului video aplicat între grila de comandă şi catod, este cunoscut sub denumirea de modulație a fasciculului de electroni. Întrucât luminanța spotului luminos obținut pe ecran este proporțională cu curentul de fascicul, rezultă o modificare a luminanței ecranului, funcție de semnalul video de comandă. În fig.13. este prezentată caracteristica de modulație a tubului cinescop, adică dependența dintre curentul de fascicul, i_f, şi tensiunea grilei de comandă față de catod, - u_{g1k} având ca parametru tensiunea grilei ecran față de catod. Deoarece luminanța ecranului este proporțională cu curentul de fascicul, tubul cinescop poate fi definit prin caracteristica de transfer, care exprimă dependența dintre luminanța ecranului, L, şi tensiunea aplicată grilei de comandă față de catod - $u_{g1k.}$

În scopul de a se asigura fiabilitate corespunzătoare pentru redresorul de foarte înaltă tensiune (FIT) şi implicit pentru etajul final de baleiaj pe orizontală, cât şi pentru tubul cinescop, curentul de fascicul nu trebuie să depăşească 300 μA. La acest curent şi o tensiune de FIT de16 ÷ l7 kV se asigură o luminanță a ecranului la limita fiziologică a

sistemului vizual al omului. Mai mult, la un curent de fascicul mai mare decât 150 μA începe să se strice focalizarea şi să se observe o umflare a imaginii din cauza scăderii tensiunii de FIT. La un curent de 300 μA, datorită rezistenței interne de 5 ÷ 6MΩ a redresorului de FIT, tensiunea de FIT scade cu circa 1,5 ÷ l,8 kV, la care umflarea imaginii poate atinge 20 ÷ 25 mm la tuburile cinescop cu diagonală de 61 cm.

La tuburile cinescop moderne se asigură o luminanță corespunzătoare a ecranului la un curent de fascicul de 60 ÷ 120μA. Ca urmare, negativarea grilei de comandă față de catod nu trebuie să scadă sub valoarea de - 40 ÷ - 45 V (vezi fig.13.). Pe de altă parte, pentru a se obține o valoare corespunzătoare a contrastului este necesar ca semnalul video complex de la ieşirea amplificatorului final video să prezinte, între nivelul de alb şi cel de negru, o amplitudine de cel puțin 50 ÷ 60 V. În aceste condiții, blocarea fasciculului de electroni trebuie să se realizeze pentru o negativare a grilei de comandă față de catod, $-U_{b1}$, mai mare decât - 100V.

Pentru ca imaginea de televiziune să fie redată corect (contrast şi luminanță maximă) este necesar ca semnalul video complex să se aplice la electrodul de comandă al tubului cinescop cu o astfel de polaritate şi amplitudine, încât, pe caracteristica de transfer a tubului, punctele de funcționare corespunzătoare luminanței maxime (A), şi luminanței minime (N) să .fie determinate de nivelul de alb şi, respectiv, de nivelul de negru din semnalul video complex. În acest scop receptoarele de televiziune sunt prevăzute cu reglaje de luminanță şi de contrast. Reglajele de luminanță modifică negativarea grilei de comandă față de catod, asigurând astfel modificarea nivelului de referință pentru alb funcție de condițiile de iluminare din exterior. Reglajul de contrast asigură, prin modificarea amplitudinii semnalului video complex, ca palierele impulsurilor de stingere să se găsească la nivelul tensiunii de blocare a tubului, $-U_{b1}$. În acest fel se asigură stingerea completă a fasciculului în timpul curselor de întoarcere. Necesitatea blocării fasciculului de electroni în timpul curselor inverse pe orizontală se explică prin faptul că, în caz contrar pe ecran s-ar forma două rastre, unul pe timpul cursei directe şi celălalt pe timpul cursei inverse a fasciculului. Deşi luminanța rastrului pe timpul cursei inverse este substanțial mai mică decât pe timpul cursei directe, prezența lui ar

determina o scădere a contrastului imaginii L_{max} / L_{min}. Mai mult, pe timpul curselor de întoarcere pe verticală ar apărea pe imagine o structură de linii luminoase orizontale.

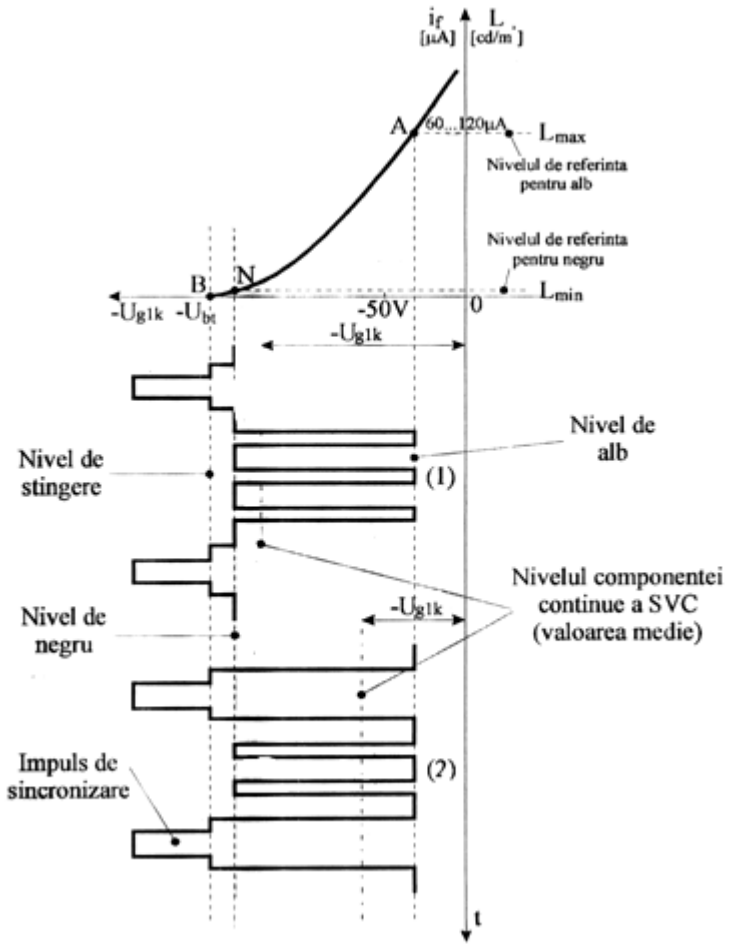


Fig.13. Aplicarea corectă a semnalului video complex la electrodul de comandă al tubului cinescop (în raport cu caracteristica de modulație a tubului):

(1) – imaginea formată din trei bare verticale albe pe un fond negru;

(2) – imaginea formată din două bare verticale negre pa un fond alb

În schemele practice, semnalul video complex se aplică la catodul tubului cinescop; iar grila de comandă este menținută la o tensiune fixă,

determinată de potențiometrul de reglare a luminanței imaginii, fiind însă practic la masă din punct de vedere al componentei alternative.

Semnalul video complex aplicat la catodul tubului cinescop trebuie să fie de polaritate pozitivă, cu albul negativ (vârful impulsurilor de sincronizare corespund la nivelul pozitiv cel mai mare). În aceste condiții, impulsurile de sincronizare sunt în sensul negativării grilei de comandă față de catod, asigurând blocarea curentului de fascicul. Este foarte important ca impulsurile de stingere să fie fixate la acelaşi nivel.

La o reglare necorespunzătoare a negativării grilei de comandă față de catod şi a amplitudinii semnalului video complex, pot să apară următoarele situații: nu se redau toate treptele de luminanță; se redau treptele de luminanță însă sunt deplasate spre negru sau spre alb. În ultimul caz nu se asigură stingerea completă a fasciculului pe timpul curselor de întoarcere. Din acest motiv, blocarea fasciculului tubului cinescop în timpul curselor inverse pe orizontală şi pe verticală se asigură, de obicei, prin aplicarea unor impulsuri negative de amplitudine mare pe grila de comandă. Aceste impulsuri sunt preluate din etajul final al baleiajului orizontal şi vertical.

4. Echipamente utilizate

Generator de miră color, monitor TV.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Cunoaşterea principiului de funcționare al unui tub cinescop color precum şi structura constructivă a acestuia .
- Să cunoască şi să asimileze diverse variante constructive de tuburi cinescop color.
- Cunoaşterea şi identificarea metodelor de comandă ale unui tub cinescop color.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele de studio prevăzute cu dispozitiv de vizualizare de tip tub cinescop color, se va analiza imaginea TV oferită de aceste dispozitive şi se vor efectua reglajele permise pentru pentru creşterea calității imaginii.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 6

LP-6. Redarea imaginii de televiziune. Display cu cristale lichide (LCD): principiu de funcționare, structură, performanțe.

4. Tema lucrării

Redarea imaginii de televiziune. Display cu cristale lichide (LCD): principiu de funcționare, structură, performanțe.

5. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de construcția şi funcționarea unui display cu cristale lichide precum şi formarea abilităților privind reglarea şi utilizarea unor astfel de sisteme.

6. Descrierea lucrării de practică

3.1.Display cu cristale lichide; generalități

Tehnologia TFT-LCD (Thin Film Transistors-Liquid Crystal Display) a permis apariția unei game largi de aplicații care nu ar fi fost posibile cu tehnologia CRT (Cathode Ray Tube). Ecranele cu cristale lichide LCD, inventate în anul 1960 de RCA-Radio Corporation of America, sunt subțiri şi plate ceea ce le face ideale pentru aplicații mobile. În plus, funcționează cu tensiuni de alimentare mult mai mici şi disipă puțină căldură. Inițial ecranele cu cristale lichide LCD au fost folosite la calculatoare portabile având dimensiuni şi rezoluții similare ecranelor cu tub catodic CRT cu diagonala de 12-14 inch. Tehnologia LCD a evoluat, iar in prezent sunt disponibile dimensiuni şi rezoluții mult mai mari decât cele accesibile tehnologiei CRT. În prezent tehnologia LCD concurează ecranele cu tub catodic CRT şi în aplicații desktop dar şi în televiziune. S- au găsit soluții care au făcut aceste ecrane foarte atractive: sunt foarte uşoare, subțiri, economice şi, ceea ce este foarte important, nu emit radiații periculoase sau deranjante pentru utilizator. Tranzistoarele TFT fac posibilă o rezoluție mai mare astfel încât chiar şi computerele portabile pot afişa mai multă informație decât monitoarele CRT de ultima generație. Ecranele cu cristale lichide LCD au apărut exact în momentul când DVD player-ele au devenit populare aşa că cele două tehnologii s-

au susținut reciproc. De asemenea, odată cu apariția rețelelor de telefonie mobilă de generația a 3-a, care permit aplicații video, ecranele cu cristale lichide LCD au avut o nouă piață. O altă aplicație a ecranelor cu cristale lichide LCD o reprezintă domeniile în care există constrângeri privind spațiul ocupat. Este cazul domeniului aerospațial, al domeniului medical sau cel financiar. Pentru fiecare domeniu de aplicație există anumite caracteristici care trebuie îmbunătățite. Pentru aplicațiile mobile sunt esențiale dimensiunile, greutatea si puterea; cele desktop urmăresc alte caracteristici cum sunt: rezoluția, adâncimea culorii, contrastul sau strălucirea.

3.2. Organizarea unui display LCD

Display-ul cu cristale lichide are un aranjament de matrice (tablă de şah) fiind format din pixeli, fig.1. Rezoluția unui astfel de display se exprimă în numărul de pixeli pe orizontală şi pe verticală – de exemplu rezoluție 768x576, 1920x1080 sau 1366x768.

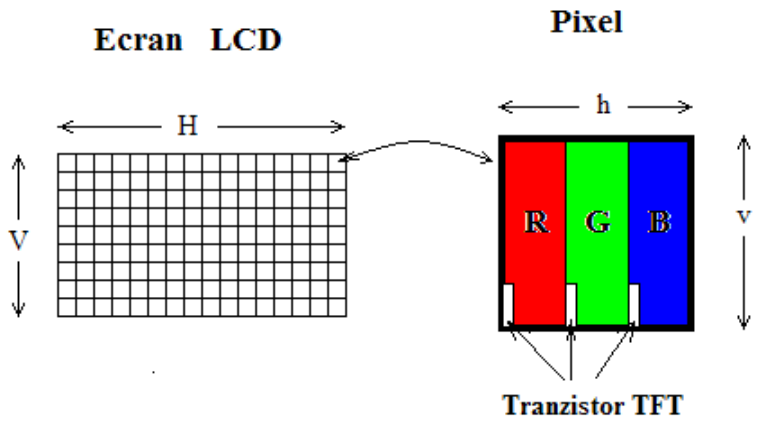


Fig.1. Display cu cristale lichide

Raportul de aspect al imaginii (**D**isplay **A**spect **R**atio) reprezintă raportul H/V şi pentru televiziune are 2 valori: valoarea standard (clasică) 4/3 şi valoarea 16/9 pentru variantele de standard mai moderne (HD - **H**igh **D**efinition) sau variantele de standard pentru televiziunea digitală.

Aşa cum se vede din fig.2., există multe formate, cu diverse rezoluții, unele (puține) utilizate în TV, mai multe fiind cele utilizate

pentru monitoarele de calculator sau laptop. În televiziune se utilizează formatul clasic 4/3 cu rezoluția 768x576 (adaptat perfect pentru standardul european 625 linii cu 50 Hz – standard care are 575 de linii active şi de aici rezoluția pe verticală de 576 pixeli). Televiziunea digitală foloseşte formatul 16/9 cu rezoluția 1920x1080 (denumită comercial **Full HD**). De reținut faptul că aşa numitul format HD Ready cu rezoluție de 1366x768 reprezintă un format derivat, nefolosit ca atare în **transmiterea** programului de televiziune. Se va face distincție între formatul folosit în transmiterea programului TV şi formatul folosit în display-ul de redare: cele două formate pot coincide sau nu. În cazul când redarea are un alt format decât cel în care s-a transmis programul TV, receptorul va avea şi un bloc numit convertor de format cu rol de adaptare.

La rândul lor, pixelii care formează un display pot avea un raport de aspect – Pixel Aspect Ratio – definit prin raportul între dimensiunile lor h/v. În televiziune se folosesc numai imagini cu pixeli **pătrați** (square pixel). Imaginile de tip calculator sau laptop pot folosi şi pixeli dreptunghiulari (non-square pixel) având raport de aspect 12/11, 16/11, etc.

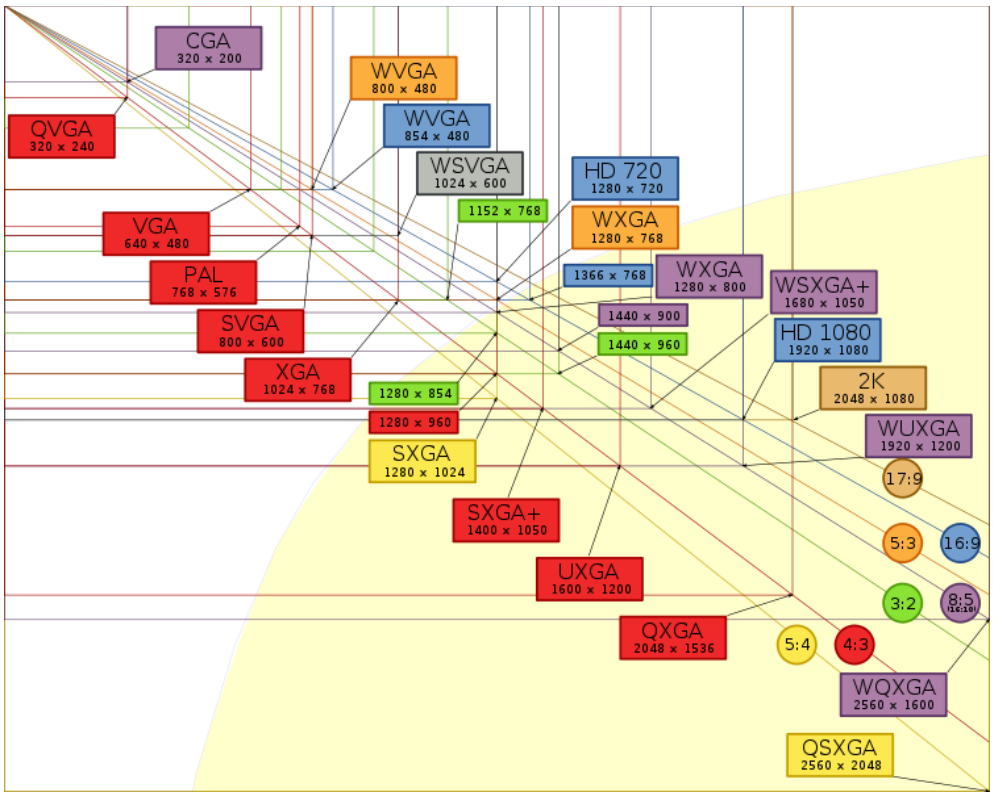


Fig.2. Formate şi rezoluții pentru display LCD

Subliniem faptul că un pixel este compus la rândul său din trei subpixeli ce corespund celor trei culori primare, fig.1. În literatură se mai foloseşte denumirea de „dot” pentru ceea ce noi am denumit pixel (adică pentru o întreagă triadă) şi pixel pentru fiecare subunitate care are o anumită culoare. În cele ce urmează vom folosi şi noi această denumire generică de pixel (mai ales acolo unde nu se poate face confuzie sau interpretare greşită) numai în scopul de a simplifica limbajul.

În ceea ce priveşte dimensiunea unui pixel, aceasta depinde de mărimea imaginii şi de rezoluția aleasă; de exemplu, un televizor cu diagonala de 94 de cm (37 inch) are dimensiunile H=82 cm şi V=46 cm; dacă panoul LCD are rezoluția 1366x768, atunci un pixel are dimensiunile aproximative h=v=0,6 mm. Dimensiunea unui pixel/dot se indică de multe ori prin numărul de triade/dot pe unitatea de lungime, adică prin dpi - **d**ot **p**er **i**nch ;

Exemple

- ecran de 10.4 inch VGA : 0.110mm x 0.330mm ***(77dpi)***
- ecran de 12.1 inch SVGA : 0.1025mm x 0.3075mm ***(83dpi)***
- ecran de 15.0 inch XGA : 0.099mm x 0.297mm ***(117dpi)***
- ecran de 17.0 inch SXGA : 0.090mm x 0.270mm ***(94dpi)***
- ecran de 21.3 inch UXGA : 0.090mm x 0.270mm ***(94dpi)***

3.3. Principiul de funcționare al unui pixel LCD

Principiul de funcționare al unui pixel din structura unui panou LCD este ilustrat în fig.3.

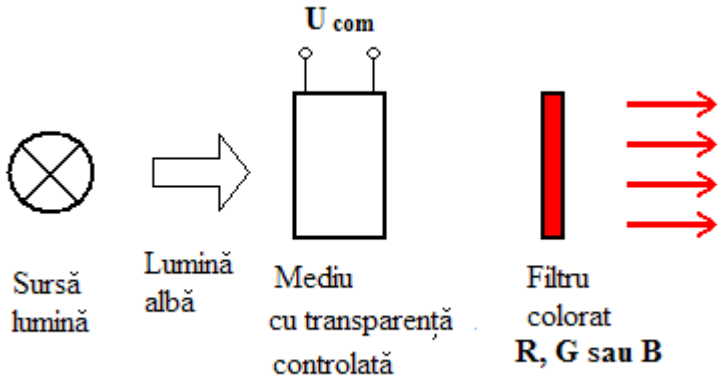


Fig.3. Principiul de funcționare al unui pixel LCD

Subliniem de la bun început deosebirea esențială față de principiul întâlnit în cazul CRT sau al display-ului cu plasmă: dacă în cazul CRT sau plasmă, elementul de imagine (pixelul) **produce el însuşi lumină**, în cazul LCD imaginea luminoasă se produce prin transparență, sursa de lumină fiind o lampă situată în spatele ecranului (backlight). De aici decurge şi inconvenientul principal al panourilor LCD: au luminozitate şi contrast mai scăzute comparativ cu CRT sau plasma.

Pentru a se realiza mediul cu transparența controlată cu ajutorul unei tensiuni de comandă U_{com} se foloseşte lumina polarizată şi proprietățile cristalelor lichide de a schimba unghiul de polarizare al luminii.

3.3.1. Lumină polarizată

Lumina naturală, ca de altfel orice sursă de lumină artificială, are proprietăți atât de undă cât şi de particule (fotoni). Caracteristica de undă este dată de oscilațiile câmpului electric $\overline{E}$, perpendiculare pe direcția de propagare în toate planurile: stânga-dreapta, sus-jos şi în toate pozițiile intermediare , astfel încât , pe secțiune , vectorii de oscilație ocupă toate diametrele posibile ale unui cerc (concomitent există şi câmpul magnetic $\overline{B}$, acesta fiind perpendicular pe cel electric – în cele ce urmează ne vom referi exclusiv la câmpul electric).

Să considerăm că o astfel de rază de lumină nepolarizată este trecută printr-un filtru transparent, polarizat vertical, fig. 4 (filtrul 1). Un filtru de polarizare este in principiu un filtru transparent având un set de şanțuri paralele extrem de fine (verticale în cazul nostru). Aceste şanțuri acționează ca o rețea, blocând toate undele luminii mai puțin cele care sunt orientate paralel cu liniile filtrului.

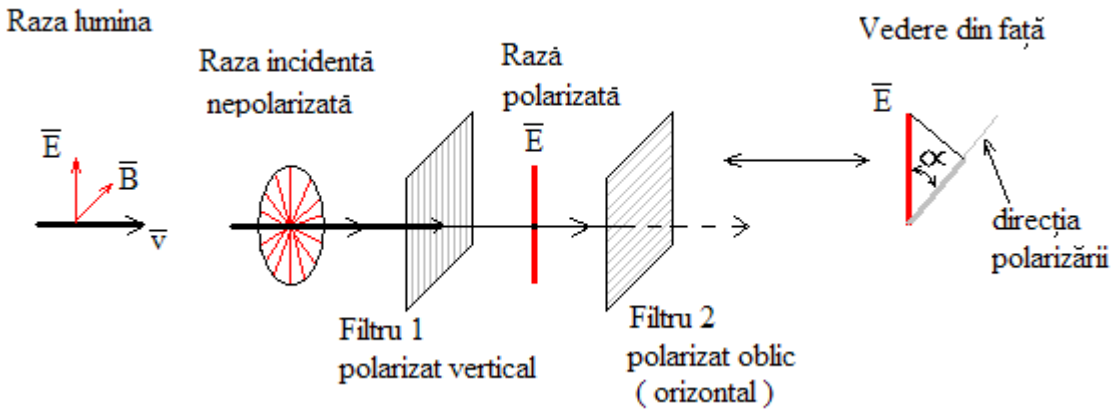


Fig. 4. Lumină albă trecută prin două filtre polarizate dupa direcții diferite

Lumina incidentă, nepolarizată, va trece parțial prin filtru, şi anume doar "razele" care oscilează după un vector paralel cu orientarea filtrului. Cu un oarecare grad de aproximare, putem spune că, teoretic, jumătate din lumina incidentă va fi blocată, cealaltă jumătate trecând mai departe. După trecerea prin filtru se spune că lumina este polarizată. Dacă lumina nepolarizată s-ar putea asemui cu un cilindru, cea polarizată se aseamănă cu o lamă.

Să considerăm acum un al doilea filtru de polarizare cu liniile aranjate la un unghi oarecare , fie el α, față de liniile primului filtru. Lumina deja polarizată de primul filtru va trece de al doilea filtru în cantitate şi mai mică, în funcție de unghiul α (proporțional cu proiecția vectorului $\overline{E}$ pe noua direcție de polarizare). Lumina polarizată va trece de al doilea filtru , daca liniile sale sunt perfect paralele cu primele, sau nu va trece deloc dacă al doilea filtru are direcția de polarizare perpendiculară pe direcția primului filtru.

3.3.2. Cristale lichide

Cristalele lichide au fost descoperite de botanistul austriac Fredreich Rheinizer în 1888. Ele nu se pot încadra nici în categoria lichidelor nici în cea a solidelor: mai precis, moleculele cristalelor lichide nu sunt fixe ca cele ale substanțelor solide, dar nici complet libere ca la substanțele lichide. Cele mai multe cristale lichide sunt compuşi organici (de exemplu cristale de cyanobiphenyl) constituiți din molecule de **formă alungită**, vezi fig.5., care, în mod natural, se aranjează aproape paralel ; în anumite condiții moleculele pot executa uşoare deplasări una față de cealaltă – de exemplu la aplicarea unui câmp electric extern.

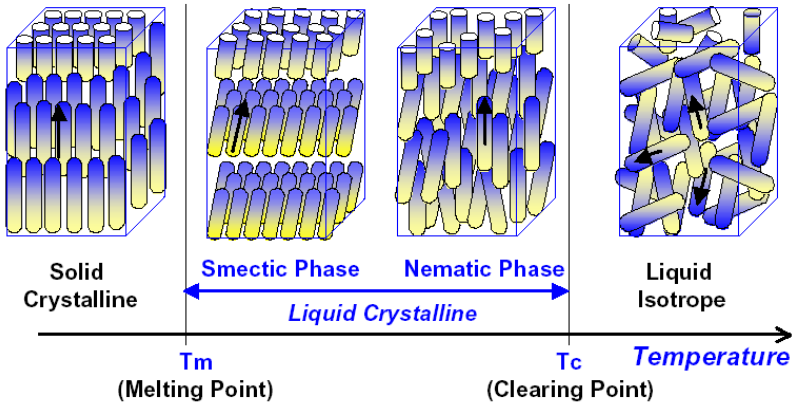


Fig.5. Comportarea cristalelor lichide funcție de temperatură

Vom aminti în continuare câteva proprietăți ale cristalelor lichide care le fac utile în realizarea de display-uri pentru TV:

•Dacă sunt aranjate pe o suprafață de sticlă care are şanțuri paralele foarte fine, moleculele se aliniază după aceste striuri, fig.6.

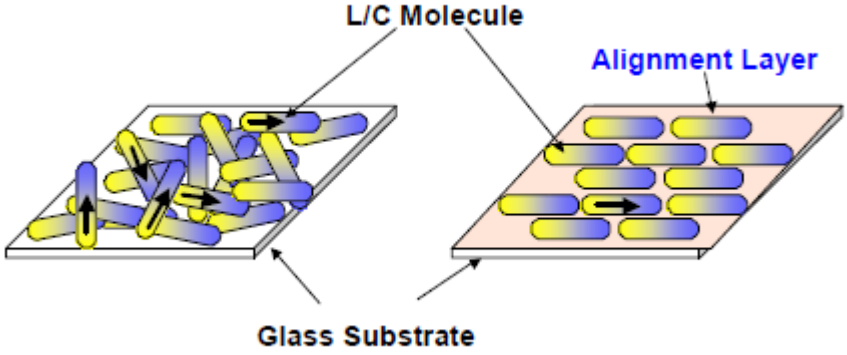


Fig.6. Alinierea moleculelor LC

•Între molecule se exercită forțe de atracție care le determină să se aranjeze într-o structură filiformă, elicoidală, asemenea unor ghirlande (similare lanțurilor ADN), fig. 7 stânga. Această stare poartă numele de stare **nematică.** Starea Nematică este starea mezomorfă cu structură filiformă a moleculelor, în care orientarea liniară a acestora determină proprietăți anizotrope. Astfel de ghirlande pot fi cuprinse între două plane de sticlă astfel încât moleculele să realizeze o rotație de 90^o (o astfel de structură se numeşte **T**wisted **N**ematic **- TN**) sau de 270^o (**S**uper **T**wisted **N**ematic - STN).

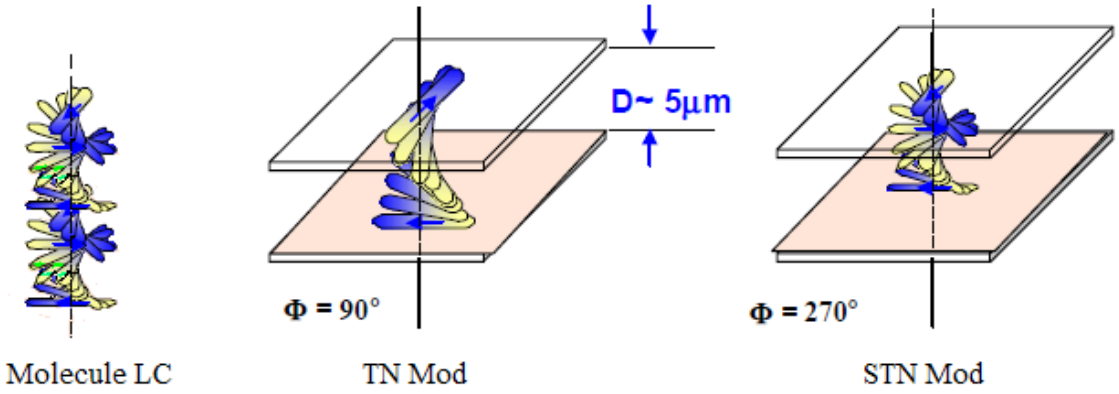


Fig. 7. Aranjament Twisted Nematic şi Super Twisted Nematic

•O proprietate importantă a moleculelor nematice ce formează cristalele lichide este faptul că ele pot să modifice **polaritatea luminii** ce trece prin ele. Mai mult chiar, dacă se aplică o tensiune electrică exterioară, unghiul de modificare al polarizării luminii poate fi modificat.

Să considerăm 2 filtre polarizate aranjate la un unghi de 90^o între ele. Aşa cum s-a descris la punctul 3.3.1., prin **ansamblul** celor două filtre nu trece lumină (primul filtru lasă să treacă numai lumina polarizată vertical, iar al doilea, fiind polarizat orizontal, blochează întreaga această cantitate de lumină).

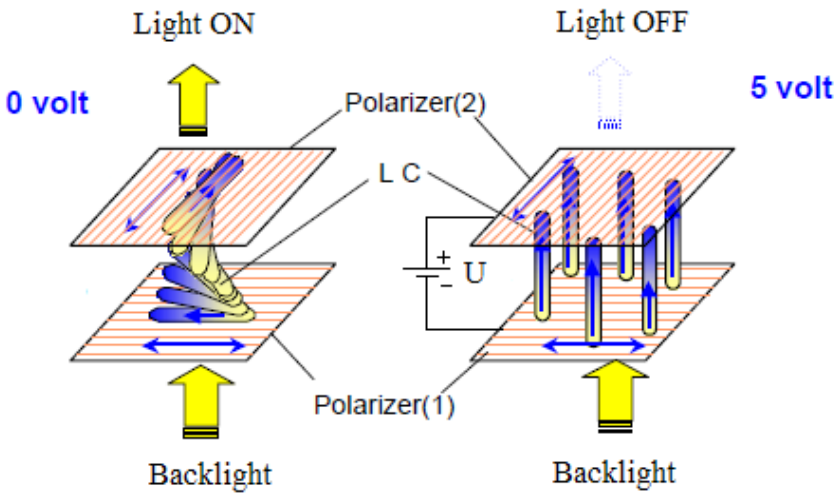


Fig.8. Moleculele LC pot roti polarizarea luminii

Dacă între cele două filtre este plasat un strat de cristale lichide în **aranjament TN,** fig.8., acestea rotesc polarizarea luminii şi permit acesteia să treacă şi de al doilea filtru polarizat ! Dacă se aplică din exterior un câmp electric E (de exemplu o tensiune de valoare U = 5 V aplicată celor două filtre – care se consideră construite din material conductor), moleculele cristalului lichid îşi pierd organizarea elicoidală şi în consecință nu mai rotesc polarizarea luminii astfel că ansamblul **devine opac** !

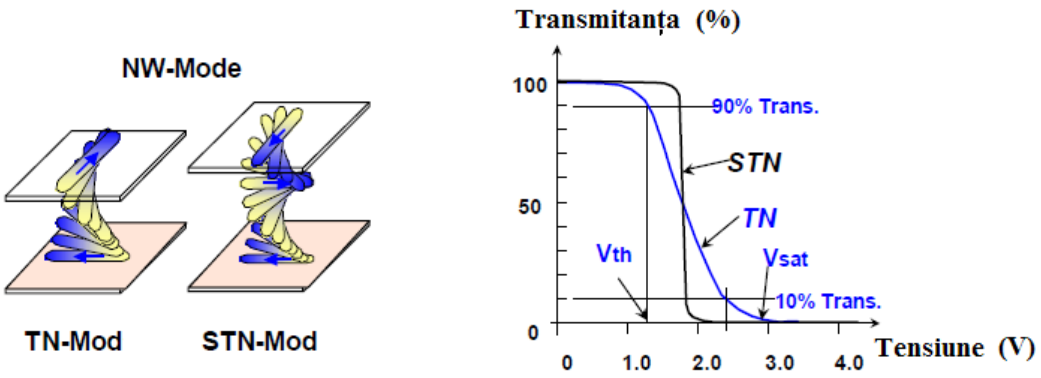


Fig.9. Transmitanța luminii prin LC funcție de tensiunea aplicată

Dacă tensiunea U aplicată din exterior este variabilă, se poate reprezenta transmitanța ansamblului funcție de tensiunea aplicată, fig.9.. Se observă că pentru tensiuni cuprinse în intervalul 1-3 volți, transmitanța variază în general neliniar . În acest mod se poate controla cantitatea de lumină ce traversează ansamblul plăci polarizate-cristale lichide prin aplicarea unei tensiuni electrice la bornele plăcilor între care se găseşte stratul de cristale lichide în starea TN.

Dacă polaritatea tensiunii se modifică, se obține o comportare perfect identică. Cu alte cuvinte, dacă se aplică cristalelor lichide o tensiune alternantă de forma +U, -U, +U, -U ... se menține o stare de transparență continuă şi constantă pentru ansamblul discutat. Mai mult chiar: se recomandă utilizarea unei **comenzi cu tensiune alternantă** deoarece tensiunea continuă, aplicată mult timp, stresează moleculele de cristale lichide şi duce la modificare comportării acestora !

Din fig.9. se observă faptul că cristalele lichide în modul STN se pretează la o utilizare de tip aprins/stins în timp ce cristalele în modul TN se pretează la o utilizare cu variația treptată a transparenței (luminozității).

Dacă cele doua filtre polarizate au **aceeaşi direcție** a polarizării, atunci comportarea ansamblului se inversează: pentru tensiune U=0 este opac şi pentru tensiune U=5V ansamblul are transparență maximă; vom denumi primul aranjament Normal White în timp ce al doilea va fi Normal Black, fig.10.

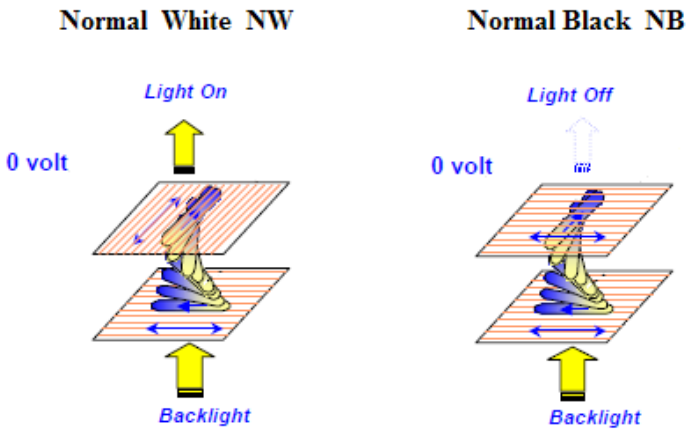


Fig. 10. Aranjament NW şi NB

3.4. Display cu cristale lichide

În fig. 11. se prezintă structura de principiu pentru un display cu cristale lichide.

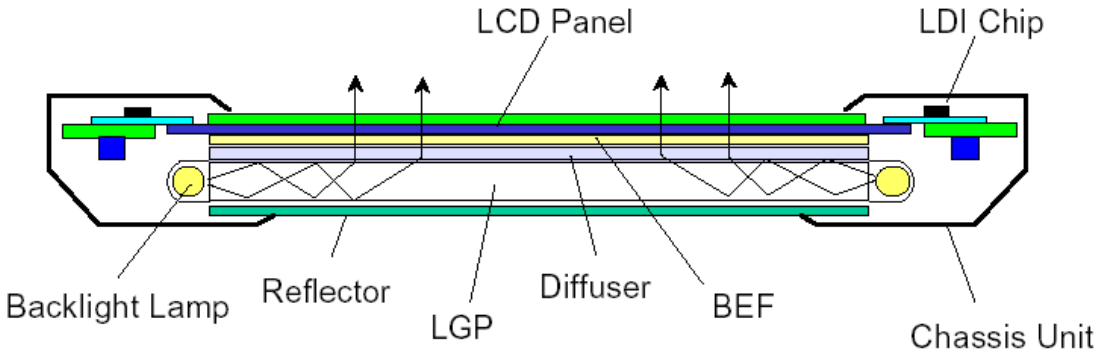


Fig.11. Structura unui display cu LCD

Se pun în evidență:

- Chassis Unit – şasiul display-ului;
- LCD Panel – panoul LCD;
- Backlight Lamp – sursa de lumină din spatele ecranului; sursa de lumină este tubul CCFL (**C**old **C**athode **F**luorescent **L**amp – de exemplu tub cu neon) în cazul receptoarelor TV sau diode LED în cazul telefoanelor mobile; poate fi o sursă de lumină, două (ca în fig.11.) sau mai multe surse (chiar 16 tuburi la un display de 32”);
- LCD Reflector – folie reflectorizantă cu rol foarte important pentru luminozitate, uniformitate, culoare şi în ultimă instanță stabilitate a imaginii furnizate de modulul LCD; are un coeficient de reflectivitate de cel puțin 95%;
- LGP (**L**ight **G**uide **P**late) - reprezintă zona din spatele panoului LCD în care difuzează lumina;
- Diffuser – Folie transparentă care asigură difuzia luminii cu scopul de a realiza uniformitate a strălucirii imaginii;
- BEF (**B**rightness **E**nhancement **F**ilm) – folie care determină creşterea strălucirii imaginii asigurând astfel economie în consumul de energie al display-ului;

•LDI Chip (**L**ine **D**river **I**ntegrated Circuit) – circuitele driver de linii şi coloane;

•BLU (**B**acklight **U**nit) – blocul care se compune din reflector, LGP, diffuser, BEF şi care asigură parametrii doriți pentru lumină; costul său reprezintă până la 30% din costurile unui display LCD;

3.4.1. Panoul LCD

Panoul LCD prezentat în Fig.12. se compune din:

▪LCD panel – panoul LCD propriu zis;

▪Source PCB – cablajul imprimat pe care sunt circuitele ce pregătesc semnalele de comandă pentru electrozii coloană ai unui panel LCD;

▪Gate PCB – cablajul imprimat pe care sunt circuitele ce pregătesc semnalele de comandă pentru electrozii linie ai unui panel LCD;

▪LDI Chip – circuitele driver pentru comanda tranzistoarelor TFT (pe linii şi coloane);

▪LCD Control ASIC (**A**pplication **S**pecific **I**ntegrated **C**ircuit) – procesorul de comandă al unui panou LCD;

▪FPC connector (**F**lexible **P**rinted **C**ircuit) – conector montat pe folia flexibilă;

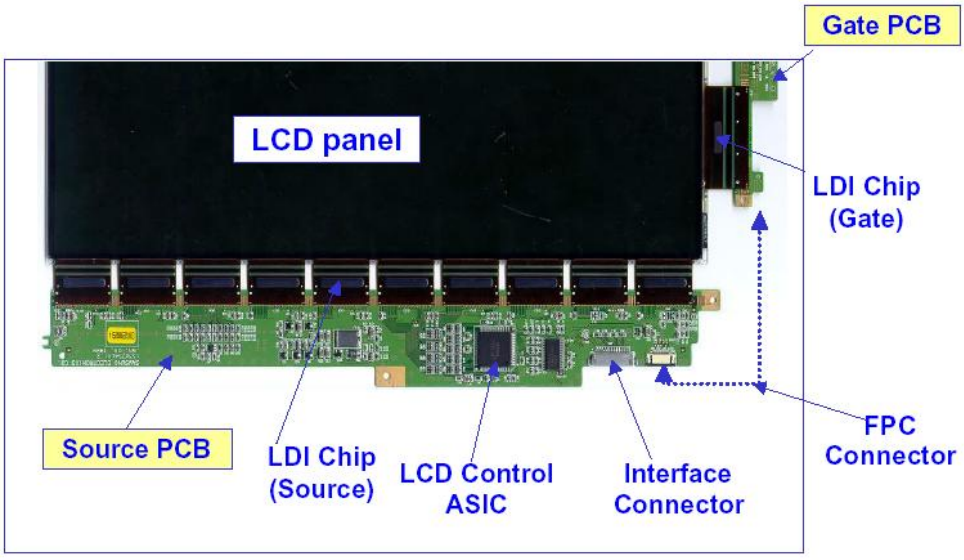


Fig.12. Panou LCD

Structura transversală a panoului LCD se prezintă în fig.13.Se remarcă dispunerea unor straturi succesive asemănător unui sandviş în care distanțierele sferice şi straturile de sticlă asigură rigiditatea.

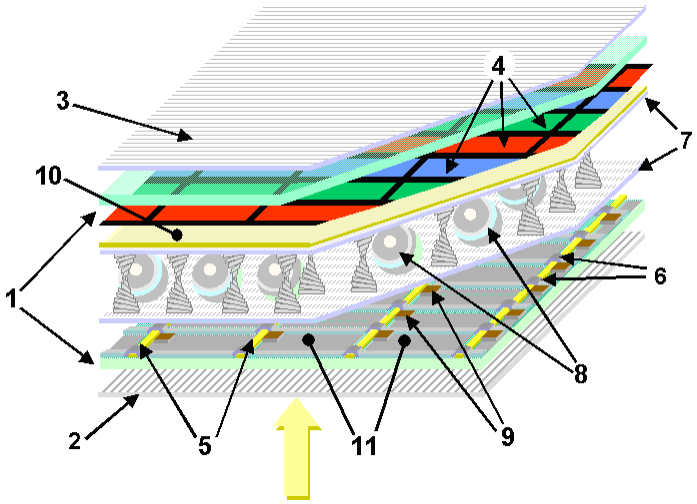


Fig.13. Structura transversală a unui panel TFT-LCD

În legătură cu structura prezentată în fig. 13. se pun în evidență:

1. Plăci de sticlă;
2. Filtru optic cu polarizare verticală;
3. Filtru optic cu polarizare orizontală;
4. Filtre color transparente (RGB);
5. &6. Linii de comandă orizontale şi verticale; transparente; construite din ITO – Indium Tin Oxide
7. Strat de polimer;
8. Distanțiere sferice;
9. Peliculă de tranzistoare (TFT);
10. Electrodul din față; comun pentru întreg display-ul (common electrode);
11. Electrodul din spate; distinct pentru fiecare pixel (pixel electrode)

3.4.2. Schema electronică echivalentă pentru un pixel LCD

În fig.14. se prezintă structura transversală şi schema echivalentă a unui pixel.

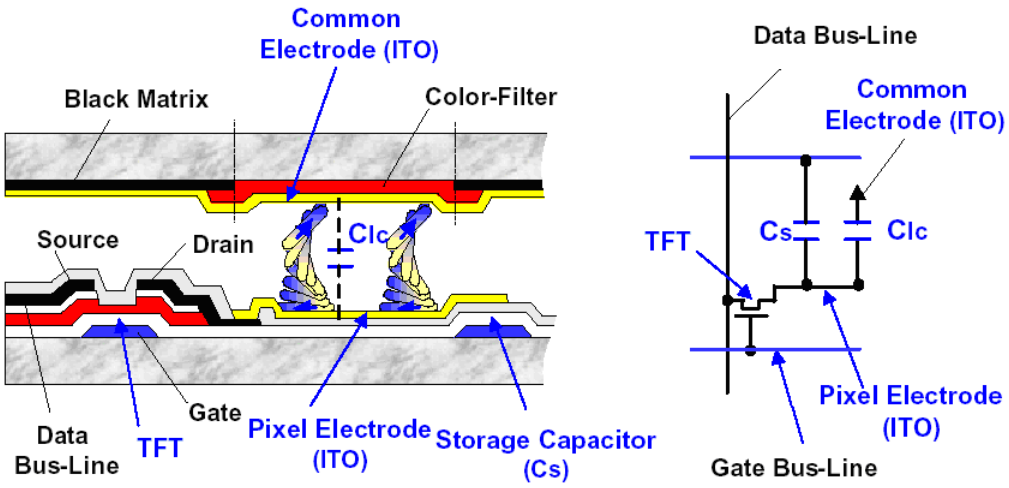


Fig.14. Structura verticală şi schema echivalentă a unui pixel LCD

În partea frontală a panoului LCD se găseşte electrodul comun, sub forma unei folii de dimensiunea panoului; folia este transparentă (ITO – Indium Tin Oxide) şi este conectată la o tensiune de +5V. În partea din spate există un electrod de mărimea unui pixel, fiind câte un astfel de electrod pentru fiecare pixel în parte. Între aceşti doi electrozi (cel comun şi cel de pixel) se găseşte stratul de cristale lichide (din punct de vedere electric, cristalul lichid este un material izolator). Se formează în acest fel un condensator notat C_{LC}. Electrodul de pixel este conectat la tranzistorul TFT , mai precis la drena acestuia. Între electrodul de pixel şi bus-ul de date se formează o altă capacitate, numită capacitate de stocare şi notată C_S (această capacitate include şi capacitatea drenă-grilă proprie unui tranzistor MOS).

Toate tranzistoarele TFT aferente pixelilor de pe o linie a panoului LCD au grilele legate la o conexiune de comandă comună. Acesta este bus-ul de comandă pe grilă, având poziția de linie din fig.1.

Toate tranzistoarele TFT aferente pixelilor de pe o coloană a panoului LCD au sursele legate la o conexiune de comandă comună, care are poziția unei coloane din fig.1.

3.5. Comanda unui panou LCD cu matrice activă

Comanda de transparență trebuie să ajungă la fiecare pixel în parte şi se asigură cu ajutorul unor linii de comandă (conexiuni) construite din pelicule transparente ITO – Indium Tin Oxide şi organizate matricial (pe

linii şi coloane) – vezi fig.13. şi 14. În acest mod au fost dezvoltate două variante de comandă:

- **Comandă cu matrice pasivă** (**P**assive **M**atrix – PMLCD); este primul mod de comandă dezvoltat şi care în prezent se aplică pentru sisteme de afişare mai simple, cu un număr redus de linii şi coloane (de exemplu pentru matrici de caractere cu 7-9 rânduri, etc.); conexiunile, atât pe rânduri cât şi pe coloane, sunt conectate **permanent** cu electrozii fiecărui pixel de pe un rând , respectiv de pe o coloană; aplicând semnale adecvate pe conexiunile de rând şi de coloană, se adresează simultan toți pixelii de pe un rând, şi în ordine, rând după rând (fiind relativ puține rânduri, se revine rapid la explorarea din nou a frame-ului astfel că ochiul are senzația de lumină continuă); acest mod de comandă are dezavantajul unui timp mare de accesare şi a posibilei interferențe între semnalele de pe trasee alăturate.
- **Comandă cu matrice activă** (**A**ctive **M**atrix – AMLCD); conexiunile sunt organizate tot pe rânduri şi coloane, dar se aplică la pixeli prin intermediul unui tranzistor cu rol de comutator (switch); **fiecare pixel** dispune de un tranzistor cu efect de câmp (Field Efect Transistor-FET) realizat sub tehnologie cu peliculă subțire sau straturi subțiri (**T**hin **F**ilm **T**ransistor, de unde şi TFT), care controlează tensiunea aplicată electrozilor (armăturilor) aferenți unui pixel; tranzistorul acționează ca un comutator: prin conexiunile linie se comandă deschiderea sau blocarea tranzistoarelor de pe un întreg rând, iar prin conexiunile coloană se transmite tensiunea care se aplică electrozilor de pixel care se încarcă aidoma unui condensator; aceştia rămân încărcați până la explorarea următoare şi păstrează tensiunea aplicată LCD-ului. Avantajul matricei active constă în faptul că la nivelul electrozilor se acționează cu nivele mici de tensiune şi curent ceea ce permite activarea şi dezactivarea mai rapidă a pixelilor dar şi simplificarea etajelor driver. Rezultatul este un timp de răspuns de sub 25 de ms şi **rate de contrast** mai mari.

Modul de operare al unui pixel la accesarea de tip matrice activă este ilustrat în fig.15. şi decurge astfel (începând cu prima imagine de stânga sus):

- Tranzistorul TFT este închis timp de 27µsec; tensiunea V_d = +8V încarcă cele două capacități C_{LC} şi C_S; având în vedere faptul că electrodul comun are V_{com} = +5V, la bornele cristalului lichid se aplică de fapt tensiunea +3V.
- Tranzistorul TFT este blocat timp de 16,6 msec; tensiunea de +3V la bornele cristalului lichid se păstrează.
- Tranzistorul TFT este închis timp de 27µsec; tensiunea V_d = +2V încarcă/descarcă cele două capacități C_{LC} şi C_S; având în vedere faptul

că electrodul comun are V_{com} = +5V, la bornele cristalului lichid de data aceasta se aplică tensiunea -3V.

- Tranzistorul TFT este blocat timp de 16,6 msec; tensiunea de -3V la bornele cristalului lichid se păstrează.

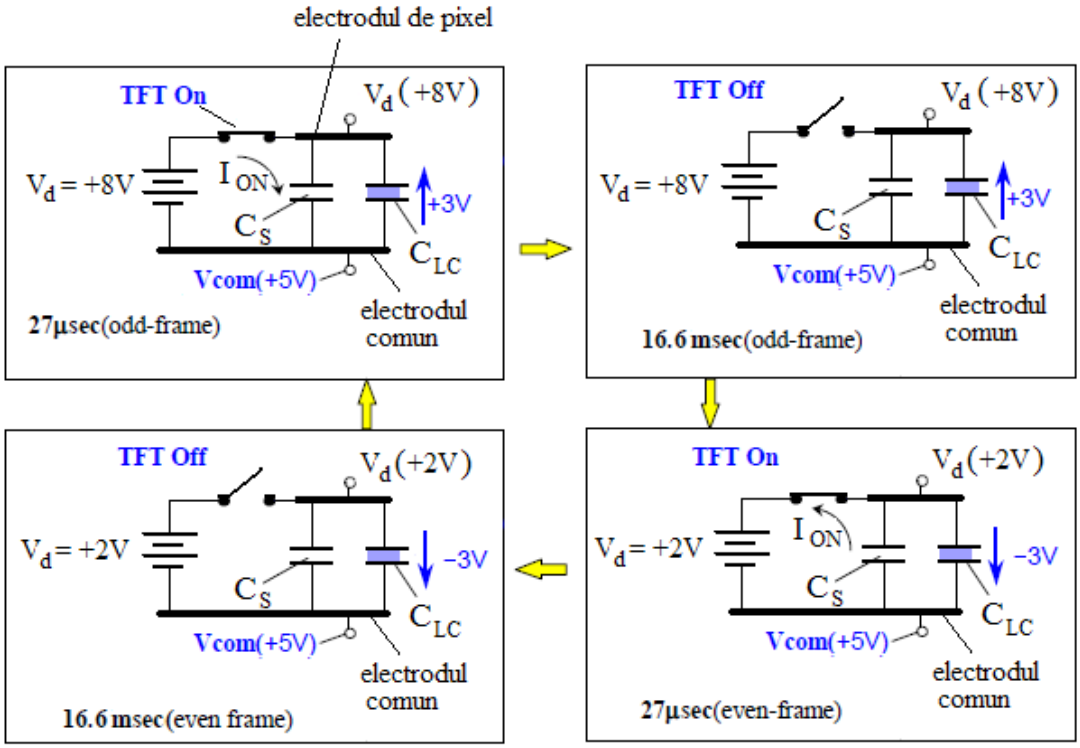


Fig.15. Modul de operare al unui pixel dintr-o matrice LCD activă

Observații:

- La bornele cristalului lichid se aplică într-un cadru (frame) o tensiune de +3V şi în frame-ul următor tensiunea de -3V; tensiunea de comandă având aceeaşi valoare dar de semne diferite, transparența cristalului lichid este aceeaşi.
- Durata unui cadru este de aproximativ 16,6 msec, ceea ce corespunde standardului NTSC care are frecvența de cadru f_k = 30 Hz.
- Tranzistorul TFT este comandat în grilă simultan cu toate tranzistoarele de pe o linie. Pentru deschiderea tranzistorului se comandă acesta cu o tensiune V_G= +20V iar blocarea sa se comandă cu V_G= -5V.
- Tensiunea de comandă V_d se aplică simultan la o întreagă coloană, dar pe acea coloană un singur tranzistor TFT este deschis. Această tensiune este totdeauna pozitivă, chiar dacă la bornele cristalului lichid se obține o tensiune alternativă. Această particularitate

simplifică structura circuitelor de comandă (mai precis, se folosesc CAN unipolare şi nu bipolare).

- Tranzistorul TFT are o funcționare de comutator (switch) şi asigură o conducție bidirecțională.

Pentru inversarea polarității tensiunii de pixel există mai multe metode ilustrate în fig.16.

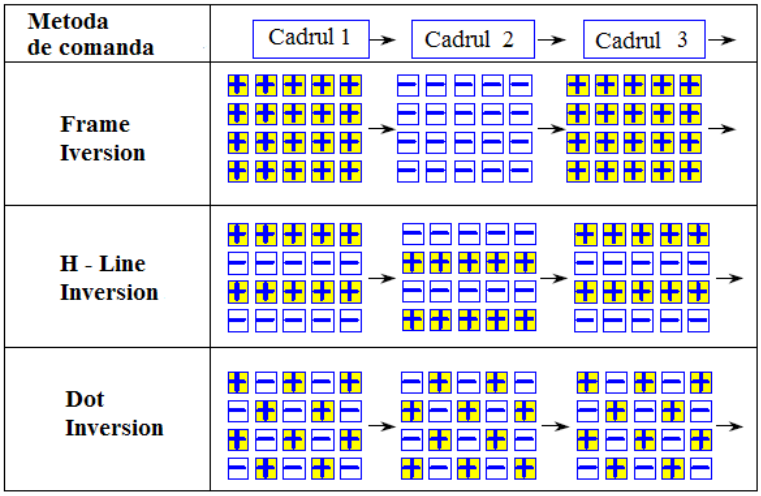


Fig.16. Metode de comandă pentru inversarea polarității tensiunii de pixel

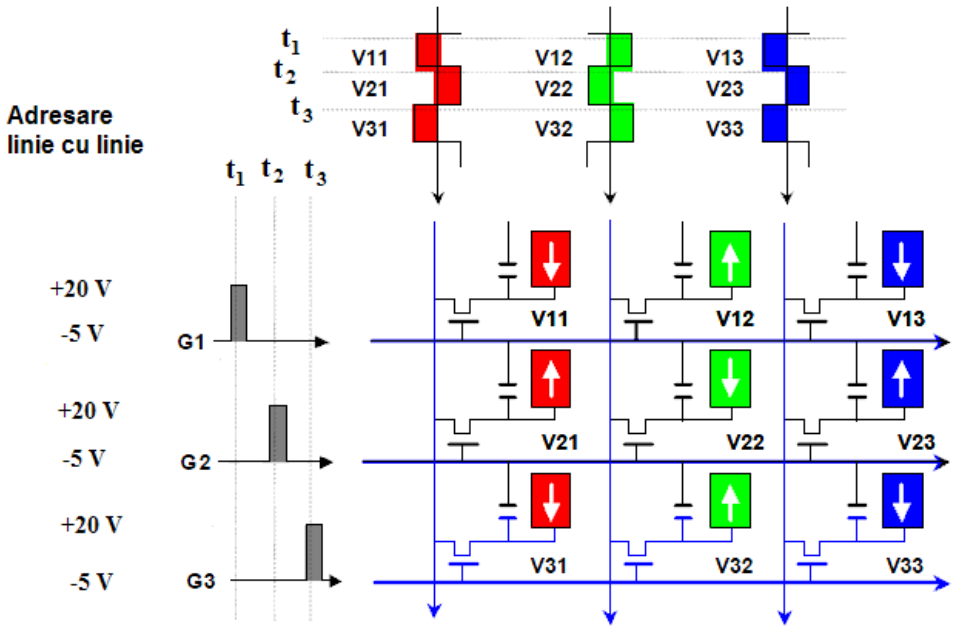


Fig.17. Adresarea linie cu linie pentru o matrice 3x3 pixeli

Pentru exemplificare, în fig.17 se prezintă modul de adresare activă al unei matrici 3x3 pixeli.

La momentul t_1 pe bus-ul de comandă se aplică un impuls de +20 V care deschide toate tranzistoarele TFT de pe prima linie. Simultan pe coloane se aplică tensiunile V_{11}, V_{12} şi V_{13} care ajung să încarce capacitățile de pixel şi astfel să moduleze transparența acestora. La momentul t_2 vor fi deschise tranzistoarele de pe linia 2 şi pe coloane va trebui aplicată tensiunea corespunzătoare pentru aceşti pixeli, la t_3 se continuă cu linia 3, ş.a.m.d.

Duratele Δt ale impulsurilor de comandă (27μsec pentru exemplul din fig.15.) se aleg ținând cont de următoarele criterii:

- Pe durata unui cadru să fie explorate toate liniile active ale imaginii.
- Să se prevadă o mică pauză între impulsurile de comandă astfel încât tensiunile aplicate pe coloane să nu interfere .
- Să se prevadă o frecvență de refresh cadre alta decât cea specifică standardului 525linii/30 HZ sau 625linii/25 Hz (de exemplu o frecvență dublă cu scopul de a evita flicker-ul imaginii).
- Celebra relație $\mathbf{f_H = z \cdot f_K}$ se menține şi în acest caz, unde z este numărul de linii ale display-ului, iar f_H este frecvaența impulsurilor de comandă de tip G_1, G_2 sau G_3 din fig.17.

3.6. Tipuri constructive de şasiuri şi panouri LCD

În fig.18. şi fig.19. sunt prezentate diverse tipuri de şasiuri pentru modulele LCD.

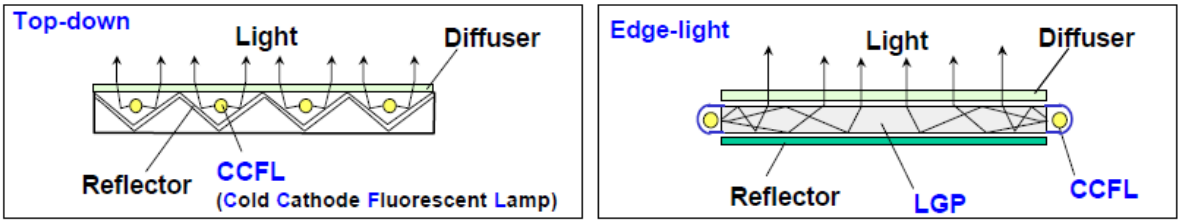


Fig.18. Tipuri de şasiuri LCD

În plus fig.19. prezintă două moduri de „aranjare” a circuitelor integrate driver de linii şi coloane. Diferența constă în dimensiunile finale care vor rezulta pentru modulul LCD.

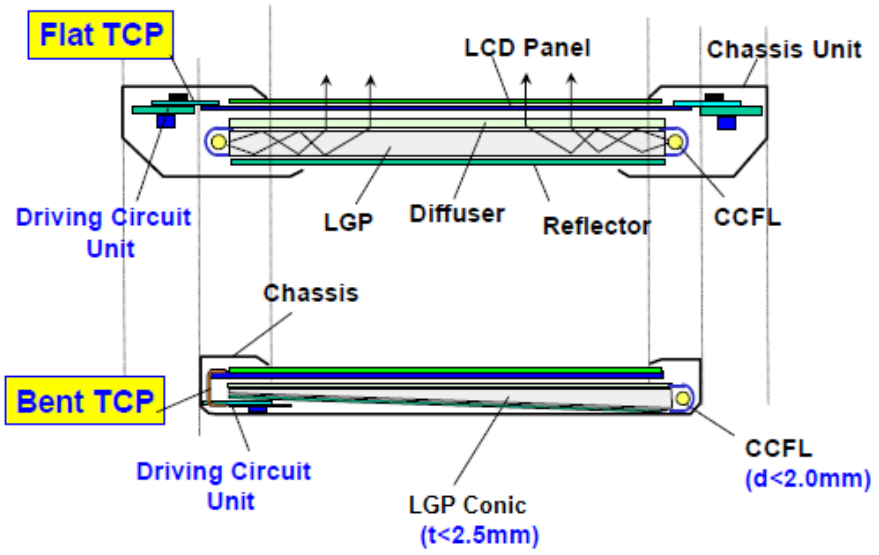


Fig.19. Mod de aranjare a circuitelor driver linii şi coloane

Modul de aranjare al circuitelor integrate driver de linii şi coloane pe plăcuțele de circuit imprimat –PCB- şi apoi conectarea acestora cu panoul LCD poate fi realizat în diverse modalități, ilustrate în fig.20. (vezi şi fig.12. unde PCB-ul este conectat cu panoul LCD prin conexiuni flexibile de tip film).

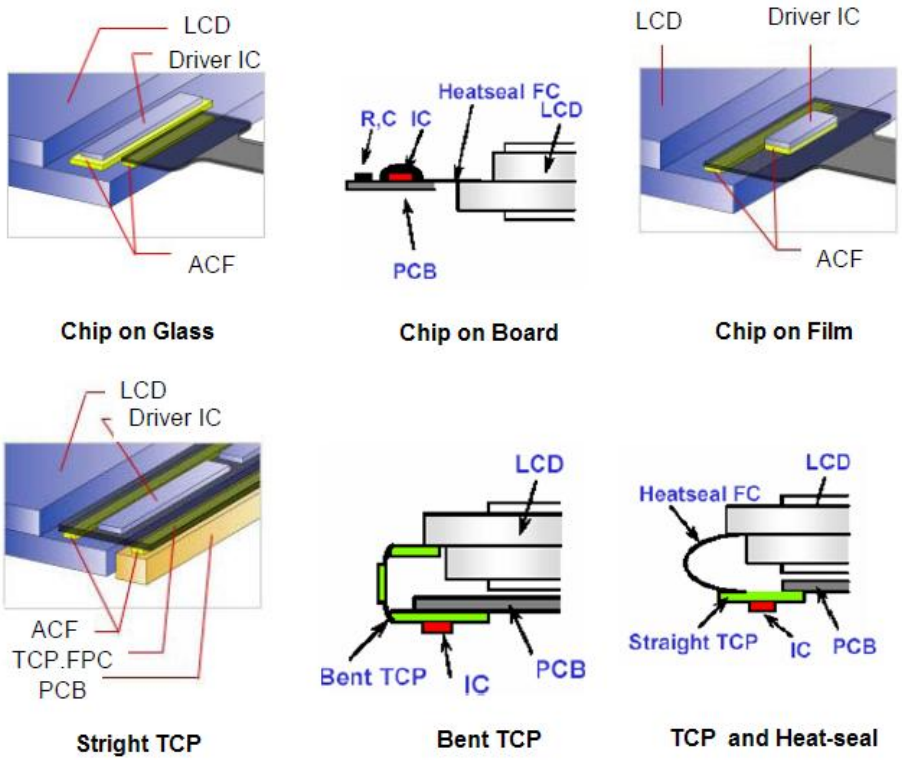


Fig.20. Modalități de conectare între panoul LCD şi circuitele driver de linii şi coloane

Diversele prescurtări prezente în fig.20. reprezintă:

TCP – Tape Carrier Package –

COG – Chip On Glass

TCP poate fi de tipurile:

1. **Straight TCP** - all in –line
2. Bent TCP
3. **TCP** on Heatseal

COF - Chip On Film/Foil

COB - Chip On Board

FFC- Flat Film Cable

FPC – Flexible Printed Circuit

ACF- Anisotropic Coductive Film

FC- Flexible Cable

3.6. Schema electrică a unui display LCD

Fig. 21. prezintă schema electrică de principiu a unui modul LCD compusă în esență din două secțiuni:

- circuitele care preiau datele reprezentând semnalul video prelucrat şi apoi comandă panoul LCD cu pixelii RGB.
- secțiunea de iluminare compusă din invertorul care creează tensiunea alternativă ce alimentează sursele de lumină (tuburile de neon- CCFL)

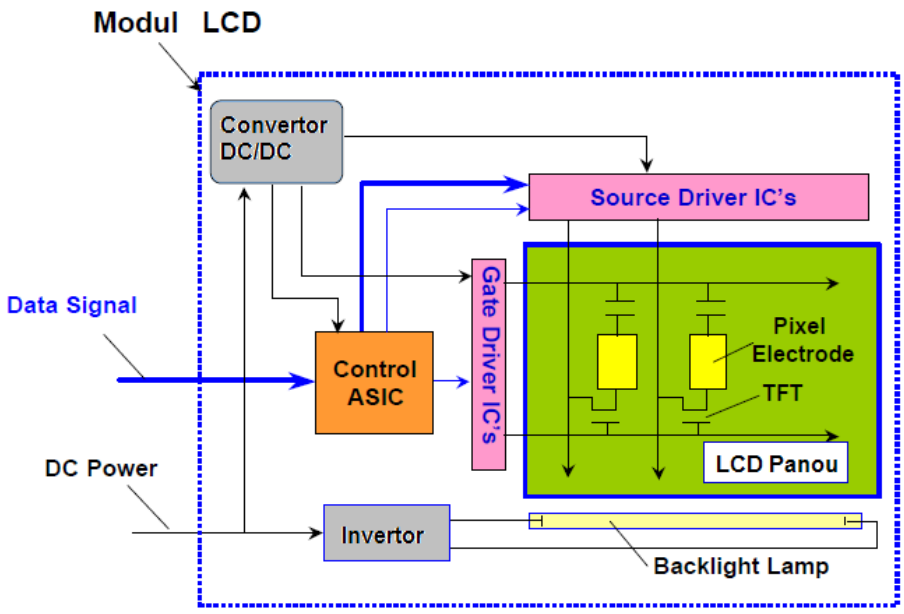


Fig.21. Schema electrică a modulului LCD

3.7. Creşterea eficienței luminoase

La trecerea prin diversele straturi ale unui modul LCD, lumina care traversează este în cantitate din ce în ce mai mică, fig.22., astfel încât strălucirea unei imagini albe, luminoase, reprezintă abia 5-8% din cantitatea de lumină produsă de sursa din spatele ecranului.

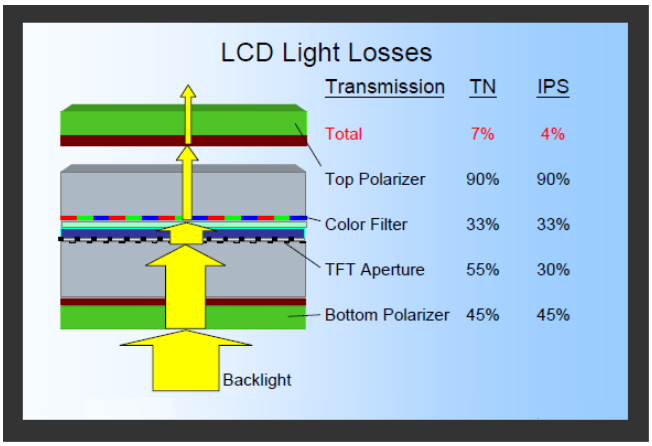


Fig.22. Pierderi de lumină

TN- **T**wisted **N**ematic – Tehnologie clasică de realizare a panourilor LCD utilizată cu precădere la realizarea monitoarelor de calculator. Panourile TN sunt ieftine şi oferă un timp de răspuns excelent (2 msec- 5

msec). În ceea ce priveşte unghiul de vizualizare, rata de contrast şi numărul culorilor reproduse, această tehnologie este cea mai slabă dintre cele utilizate în mod curent.

IPS- **I**n **P**lane **S**witching- Panourile realizate în această tehnologie sunt considerate cele mai bune în ceea ce priveşte precizia culorilor, calitatea imaginilor şi unghiul de vizualizare (178 grade). Timpul de răspuns se încadrează între 6 msec şi 16 msec. Acestea sunt foarte potrivite pentru design grafic şi alte aplicații care necesită o reproducere fidelă a culorilor. Prețul este crescut față de TN.

BEF- **B**acklight **E**nhancement **F**ilm- Folie adăugate în scopul creşterii eficienței luminoase.

DBEF- Dual BEF

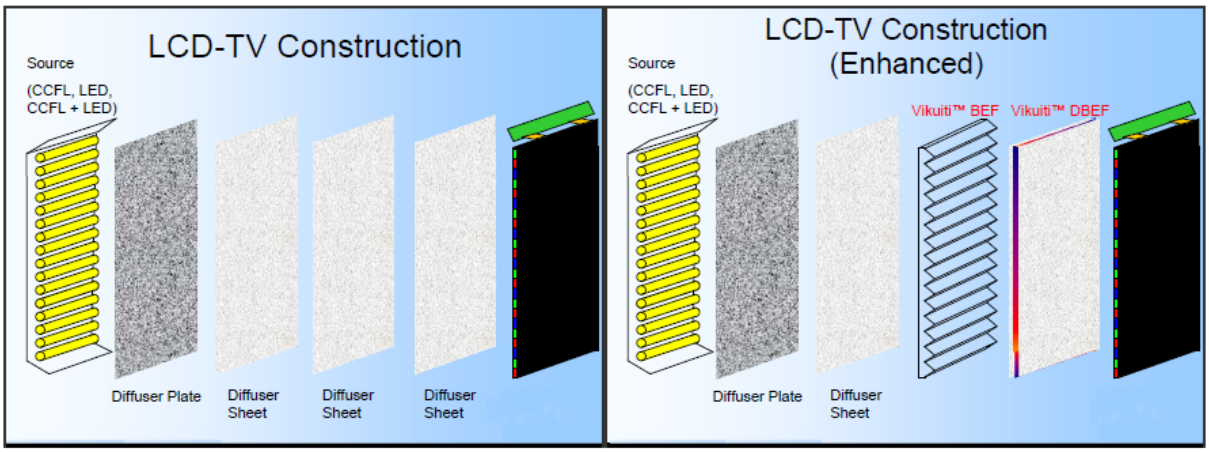


Fig.23. Între sursa de lumină şi panoul LCD se utilizează BEF

În fig.23. şi 24 se ilustrează modul de acționare al sistemelor de creştere a eficienței luminoase:

- prin concentrarea luminii spre utilizator;
- în mod normal primul filtru polarizat al panoului LCD absoarbe 50% din lumină (vezi fig.22.); sistemul Vikuiti foloseşte un sistem de folii speciale (cu prisme convenabil dimensionate şi orientate) care **reflectă şi roteşte** această lumină (fig.23. şi 24 dreapta) astfel încât după o nouă reflectare de peretele din spate al modulului LCD aceasta este

recuperată. Se realizează o creştere a eficienței luminoase de ordinul 100%.

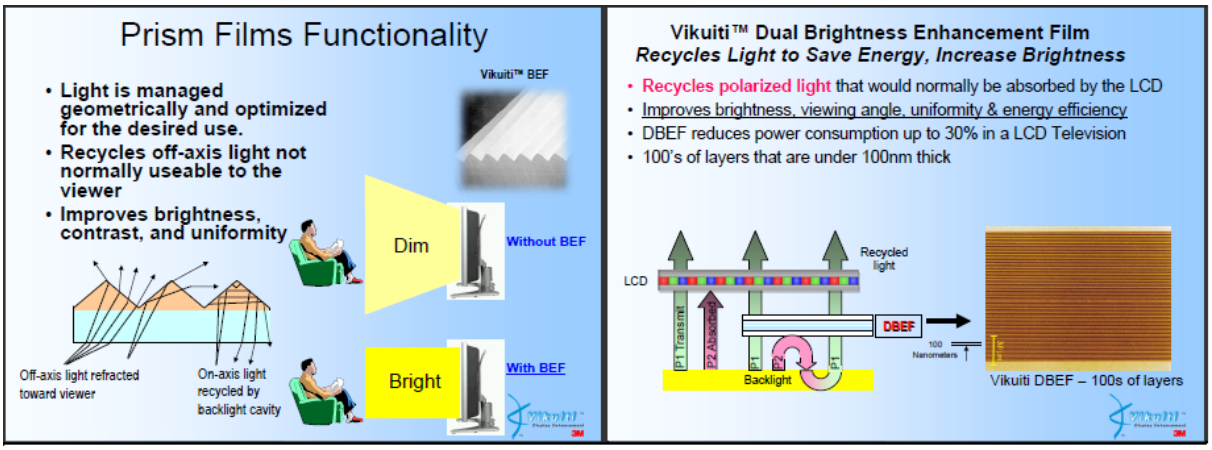


Fig.24. Sistem Vikuiti de recuperare a luminii

7. Echipamente utilizate

Camera video TV , monitor TV, generator miră.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Cunoaşterea principiului de funcționare al unui display cu cristale lichide ;
- Cunoaşterea şi identificarea unor proprietăți ale cristalelor lichide, folosite în construirea de display-uri.
- Identificarea şi analiza structurală a unui display LC.
- Să cunoască şi să aprofundeze metodele de comandă ale unui display cu cristale lichide.

6.Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele de studio (camere, monitoare) şi se vor analiza dispozitivele de redare a imaginii TV efectuându-se toate reglajele posibile asupra acestora.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 7

LP-7. Redarea imaginii de televiziune. Display cu plasmă (Plasma Display Panel – PDP): principiu de funcționare, structură, performanțe

1. Tema lucrării

Redarea imaginii de televiziune. Display cu plasmă (Plasma Display Panel – PDP): principiu de funcționare, structură, perfomanțe.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate construcția şi funcționarea unui display cu plasmă precum şi formarea abilităților privind reglarea şi utilizarea unor astfel de sisteme.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1.Display cu plasmă; generalități

Tub fluorescent

Display-ul cu plasmă (Plasma Display Panel – PDP) foloseşte principiul utilizat în cazul tuburilor fluorescente folosite pentru iluminare. Un tub de formă cilindrică se umple cu un gaz rar (inert) – argon, neon sau xenon - şi între electrozii plasați în interiorul tubului (în capetele acestuia) se aplică o tensiune electrică. Dacă tensiunea este suficient de mare (chiar sute de volți) gazul din tub, neutru din punct de vedere electric, se transformă în plasmă (plasma este starea unui gaz pentru care, în urma aplicării unei tensiuni externe, atomii pierd electronii de valență şi gazul devine un amestec de ioni pozitivi şi electroni liberi; din punct de vedere electric, plasma este un mediu neutru, dar este un mediu bun conductor de electricitate). Odată cu formarea plasmei, începe şi deplasarea particulelor încărcate electric : electronii sunt atraşi de electrodul pozitiv iar ionii pozitivi sunt atraşi de electrodul negativ. În timpul deplasării particulele încărcate electric se ciocnesc între ele; în urma impactului dintre atomi, aceştia câştigă energie şi o parte din electronii lor sar pe orbite de energie mai mare (higher energy orbit).

Revenirea electronului pe orbita inițială se face concomitent cu emiterea unui foton luminos (a quantum of light).

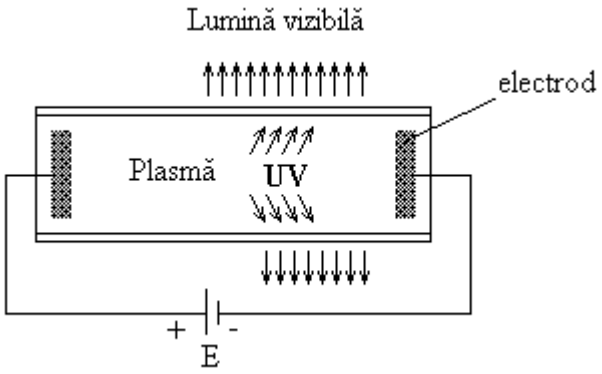


Fig.1. Tub fluorescent

În concluzie, ca rezultat al mişcării plasmei sub efectul unui câmp electric extern, va rezulta emisia unei radiații luminoase. Pentru a menține plasma în mişcare continuă (şi a emite în acest fel lumină în permanență) este foarte convenabil ca pe electrozi să se aplice tensiune alternativă. În acest fel ionii sunt deplasați continuu de la un electrod la celălalt. Subliniem faptul că pentru formarea plasmei este necesar să fie aplicată o tensiune mai mare, în timp ce , odată plasma formată, pentru menținerea stării de mişcare, tensiunea electrică aplicată poate avea valori mai mici (ba chiar este recomandabil să nu aibă valori prea mari). Aşa se explică motivul pentru care tensiunea de „amorsare” a plasmei este mărită față de aşa numita tensiune de menținere.

Există însă o problemă : radiația luminoasă emisă de plasma în mişcare este de regulă invizibilă pentru ochiul uman, fiind plasată în domeniul radiațiilor ultraviolete (UV). Din această cauză pe sticla tubului, la partea interioară, este depusă o substanță strălucitoare (scintillator - fosfor) care transformă radiația UV într-o radiație din spectrul vizibil (lumină albă).

În legătură cu funcționarea unui tub fluorescent se remarcă analogia cu ideea folosită la tuburile cinescop alb-negru sau color (CRT): în cazul CRT substanța luminofor converteşte bombardamentul cu fascicol de electroni în radiație luminoasă; în cazul tuburilor fluorescente substanța strălucitoare converteşte radiația UV în radiație luminoasă.

Observație : persoanele sensibile la radiație UV pot fi afectate în cazul în care iluminarea unei încăperi se realizează cu ajutorul tuburilor fluorescente.

3.2. Plasma Display Panel - PDP

Dispozitivul pentru reproducerea unei imagini TV realizat în tehnologia plasmă are forma unui panou compus din celule miniaturale aranjate matricial (pe linii şi coloane) într-un număr ce corespunde rezoluției dorite. Fiecare celulă în parte reproduce în miniatură un tub asemănător ca construcție şi funcționare cu un tub fluorescent; de asemenea fiecare astfel de celulă corespunde la una din culorile R, G, B; evident celulele sunt organizate în grupe de câte trei (corespunzând culorilor primare) numite triade sau pixeli, fig.3.. Dimensiunile orientative ale unei astfel de celule este de 200x200x100 μm .

Exemplu : pentru un panou cu plasmă cu rezoluția de 1280x768 pixeli există de fapt 2.949.120 de subpixeli R, G, B.

Pentru a induce starea de plasmă în gazul cu care este umplut fiecare celulă, panoul este prevăzut cu nişte electrozi dispuşi pe linii şi coloane, în partea frontală şi, respectiv, în partea posterioară a ecranului. Acest mod de dispunere permite adresarea şi aprinderea distinctă a fiecărei celule în parte. Electrodul frontal este construit dintr-un material transparent – Indium Tin Oxide (ITO). Pentru a creşte conductivitatea acestui electrod este posibil să se adauge un fir foarte fin de crom (chromium).

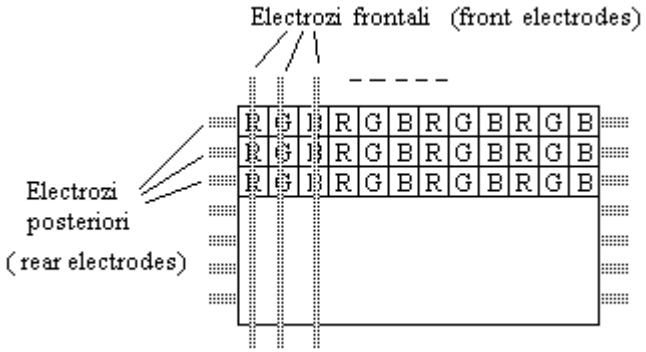


Fig. 2. Plasma Display Panel

Toate celulele au o construcție asemănătoare, fig.4. Ceea ce diferă este substanța luminofor care are o altă compoziție în funcție de culoarea celulei respective :

- **Red:** Y2O3:Eu3+ / Y0,65Gd0,35BO3:Eu3 λ = 610 nm
- **Green:** Zn2SiO4:Mn2+ / BaAl12O19:Mn2+ λ = 510-520 nm
- **Blue:** BaMgAl10O17:Eu2+ λ = 450 nm

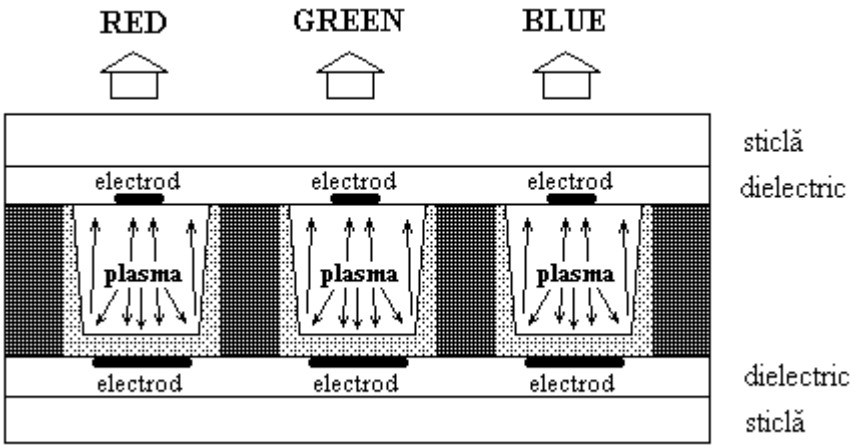


Fig. 3. Un pixel este format din trei celule identice

Structura unei celule (subpixel) este prezentată în fig. 4. O astfel de celulă are o formă dreptunghiulară. Pereții despărțitori care delimitează celula au în partea frontală o mască neagră care împiedică difuzia luminii de la o celulă la alta alăturată.

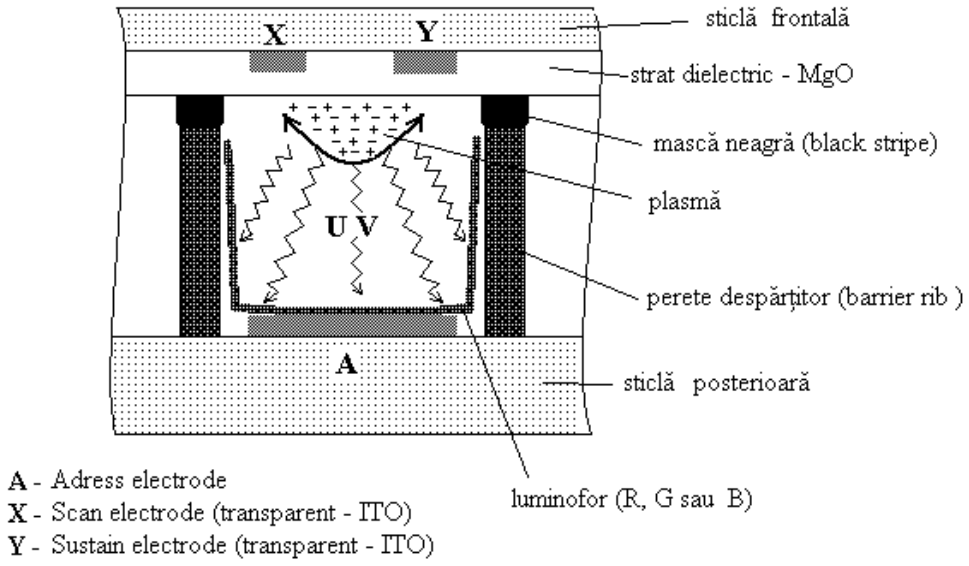


Fig. 4. Structura unei celule (subpixel)

În general grosimea pereților care despart coloane este mai mare decât grosimea pereților despărțitori dintre linii.

3.3. Comanda unui PDP

Există mai multe moduri de comandă a unui dispozitiv PDP. Dintre acestea s-a impus aşa numita comandă de tip Alternative Coplanar Current - ACC – care se bazează pe utilizarea a trei electrozi de comandă pentru o celulă, fig.5. Electrodul de adresă, notat A, este plasat în partea posterioară (de regulă este vertical) iar cei doi electrozi de menținere a descărcării, notați X şi Y, sunt transparenți şi plasați în partea frontală având o orientare orizontală.

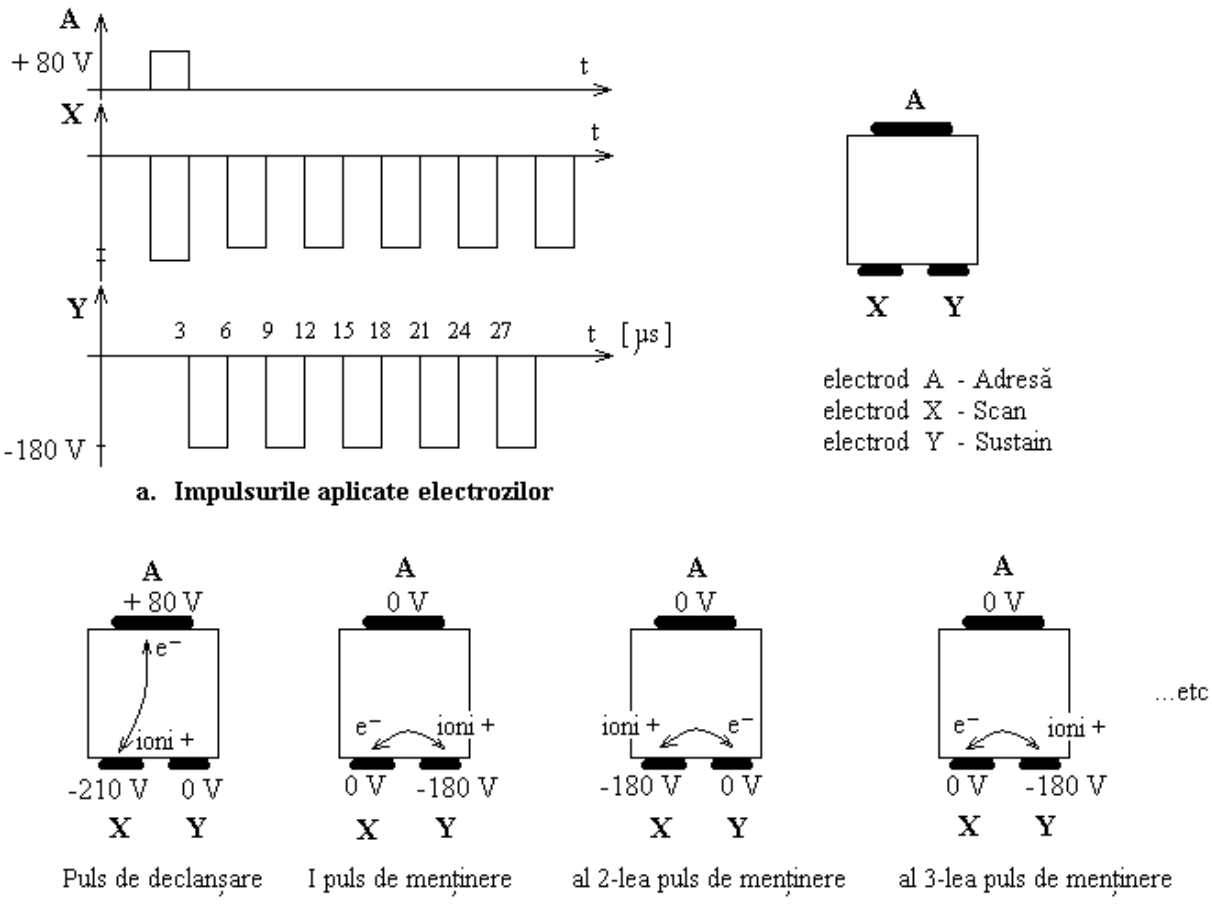


Fig.5. Comanda ACC pentru o celulă a unui PDP

O astfel de comandă este mai complexă dar are avantajul de a menține descărcarea în plasmă un timp mai îndelungat (şi bine controlat în timp) comparativ cu o comandă de tip DC.

Într-o primă etapă se aplică astfel de semnale încât se creează o diferență mare de tensiune, de aproape 300 V, între electrodul de adresă A şi electrodul de scanare X, ceea ce duce la „amorsarea" plasmei. Apoi plasma este alternată între electrozii X şi Y prin aplicarea unei tensiuni alternative între aceştia doi. Între timp electrodul de adresă A este liber pentru a comanda amorsarea unei alte celule.

O problemă esențială la iluminarea unui pixel cu plasmă constă în faptul că acesta este ori aprins, ori stins, fără a avea stări intermediare. De aceea, pentru a controla strălucirea se foloseşte metoda Pulse Code Modulation (PCM), fig. 6.

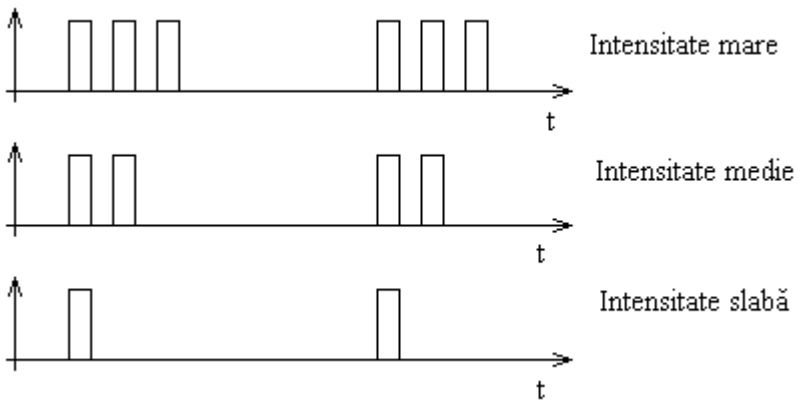


Fig.6. Controlul strălucirii unui pixel prin metoda PCM

Ochiul privitorului este cel care realizează o mediere temporală. În mod practic, s-a constatat că pentru culorile puternice, strălucitoare, acest principiu este eficient. Pentru culorile întunecate, însă, se observă o scădere a acuității nuanțelor.

De asemenea, s-a constatat că o imagine PDP este percepută confortabil dacă este privită de la distanță. Privită de aproape, o astfel de imagine este obositoare pentru ochi, chiar dacă efectul de pâlpâire a imaginii nu este perceput ca atare. Din această cauză în cazul imaginilor

PDP se foloseşte de regulă o frecvență de refresh cadre mai mare, de 85 Hz sau mai mult.

În cele ce urmează trecem în revistă câteva considerații finale privind panourile cu plasmă:

Avantaje

- imaginile prezintă culori bogate, mai vii – datorită principiului de funcționare bazat pe bombardarea substanței luminofor;
- unghiul sub care poate fi privită o imagine este foarte mare (mult mai mare decât în cazul imaginilor LCD);
- contrastul este foarte bun mergând până la un raport 3000:1 ; în special nuanța de negru este mult mai bună decât în cazul LCD;
- luminanța maximă atinge performant foarte bune; poate merge până la 900-1000 cd/m^2; luminanța este chiar mai bună şi decât în cazul CRT;
- se pot realiza panouri cu diagonale mari şi foarte mari (peste 32-50 inch) ceea ce constituie un avantaj decisiv comparativ cu CRT care nu poate realiza dimensiuni prea mari;

Dezavantaje

- luminoforul prezintă „efect de ardere” ; dacă o imagine fixă persistă mult timp, ea rămâne imprimată permanent pe fosfor (luminofor). După o expunere de o durată prea mare, dacă imaginea se schimbă, imaginea precedentă persistă, ca şi cum ar fi fost gravată pe ecran. Acest fenomen se datorează îmbătrânirii premature a luminoforului. Dacă este acționat permanent , luminoforul îmbătrâneşte şi devine mai puțin eficient. Fenomenul se întâlneşte deopotrivă la PDP cât şi în cazul CRT. În cazul unor imagini care se modifică permanent (cum este de regulă şi cazul imaginilor TV) nu este nici o problemă deoarece pixelii se uzează şi îmbătrânesc uniform. Nu acelaşi lucru se poate constata în cazul imaginilor statice, specifice display-ului pentru calculator. Facem observația că celulele de culoare albastră sunt primele care manifestă fenomenul de îmbătrânire.
- PDP-ul este greu; de regulă panoul este prins pe perete;
- este dificil să se realizeze celulele unui display la dimensiuni mici; din această cauză, pentru a realiza o rezoluție competitivă, PDP-ul nu are şanse decât în cazul unor ecrane mari, cel puțin de diagonală 32-50 inch (82-127 cm);

▪comanda celulelor cu plasmă este destul de complexă (necesită microcontroler dedicat);

▪factorii economici sunt defavorizanți comparativ cu celelalte display-uri şi anume:

- consumul de energie este mai mare (de ex. un PDP de 42 inch are un consum de 250 W comparativ cu 150 W cât are un LCD de aceeaşi dimensiune);
- prețul PDP este mai mare :
  - tehnologia de fabricare a celulelor este destul de scumpă;
  - sistemul de comandă cu microcontroler este mai complex şi mai scump;

4. Echipamente utilizate

Generator miră , monitor TV, panouri TV.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Cunoaşterea principiului de funcționare al tub fluorescent ;
- Să analizeze şi să aprofundeze arhitectura structurală a unui display de tip PDP.
- Să cunoască şi să asimileze metode de comandă ale unui display de tip PDP.

6.Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele de studio (panouri, monitoare) prevăzute cu display de tip PDP, se vor analiza imaginile oferite de aceste dispozitive de redare a imaginii TV şi se vor efectua reglajele permise pentru creşterea calității imaginii TV.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 8

LP-8. Dispozitive videocaptoare; senzori CMOS şi CCD - construcție, funcționare şi performanțe

1. Tema lucrării

Dispozitive videocaptoare; senzori CMOS şi CCD - construcție, funcționare şi performanțe.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştințelor legate de construcția şi funcționarea principalelor tipuri de traductoare folosite pentru captarea imaginii TV.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1.Tuburi videocaptoare

Dispozitivele utilizate pentru preluarea imaginii de televiziune se împart în două mari categorii:

- tuburi videocaptoare (pe cale de dispariție)
- circuite integrate video captoare

Tuburile videocaptoare (Video Camera Tube), fig.1., au fost create în jurul anului 1930 şi au dominat piața până spre sfârşitul secolului trecut.

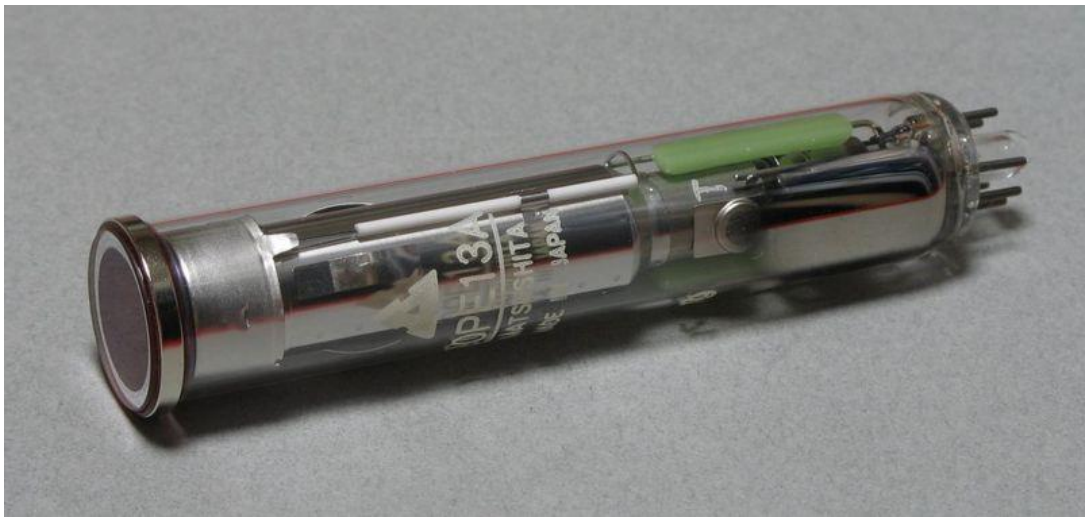


Fig.1. Tub videocaptor (vidicon)

Constructiv, un astfel de tub se compune dintr-un balon de sticlă de formă cilindrică, cu diametrul de 2-4 cm şi lungimea de cca. 20 cm. Balonul este vidat la interior şi are în partea frontală elementul fotosensibil, denumit **țintă** (target), de forma unui disc, fig.1. şi fig.2.

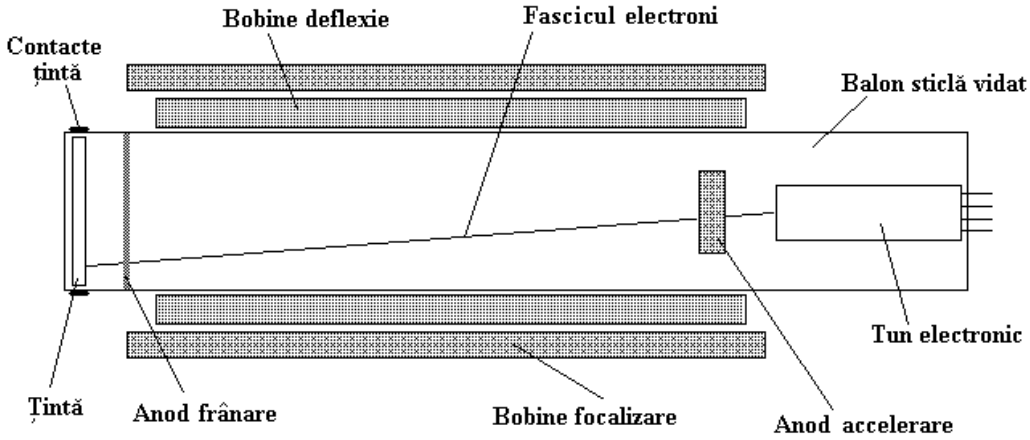


Fig.2. Structura de principiu a unui tub vidicon

Imaginea prelucrată de sistemul optic (*obiectiv optic* sau *teleobiectiv optic*) este focalizată pe țintă pe care o impresionează şi pe care creează *o imagine de potențiale electrice*. Ținta este explorată de un fascicul de electroni produs de un tun electronic (catod, anod, grilă de comandă) şi care fascicul este inițial accelerat (anod de accelerare) şi apoi este frânat (anod frânare) astfel încât *să nu bombardeze ținta* (electroni de înaltă energie). Fasciculul de electroni este focalizat şi deviat (est-vest şi nord-sud) cu ajutorul unor bobine exterioare tubului videocaptor având forma unor cilindrii concentrici cu tubul. Concomitent cu explorarea țintei, pe sarcina exernă R_s, fig.3., se obține semnalul video V_o. Deoarece semnalul electric astfel obținut este foarte slab, imediat după ieşirea din tub semnalul este amplificat.

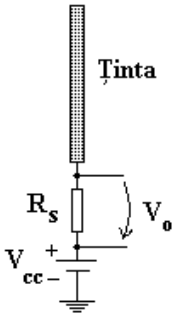


Fig.3. Semnalul video V_o

De-a lungul timpului construcția unui astfel de tub a suferit îmbunătățiri continui ceea ce a dus la existența mai multor generații de tuburi: iconoscop, orticon (utilizat în perioada 1945-1965), vidicon, plumbicon, etc.

Principiul general de funcționare este acelaşi la toate soluțiile constructive: ținta plasată frontal este explorată cu fascicul de electroni accelerați de anodul intern şi deviați şi focalizați cu bobinele exterioare.

Ceea ce diferă este materialul de construcție al elementului fotosensibil (ținta) şi de aici diversele denumiri ale tuburilor (vidicon - RCA, plumbicon – Philips, saticon – Hitachi, newvicon – Matsushita sau trinicon – Sony) şi implicit energia (viteza – electroni rapizi sau lenți) fluxului de electroni cu care se realizează explorarea.

În perioada actuală tuburile videocaptoare sunt din ce în ce mai mult înlocuite cu senzorii integrați fiind considerate tehnologii depăşite.

3.2. Senzori de imagine integrați

Senzorii de imagine au o formă dreptunghiulară cu o structură matricială, în formă de tablă de şah, formată din **celule fotosensibile**, fig.4. Dimensiunea unui senzor este de 1-2 inch iar raportul de aspect cel determinat prin standarde (4/3 ,16/9 , etc.).

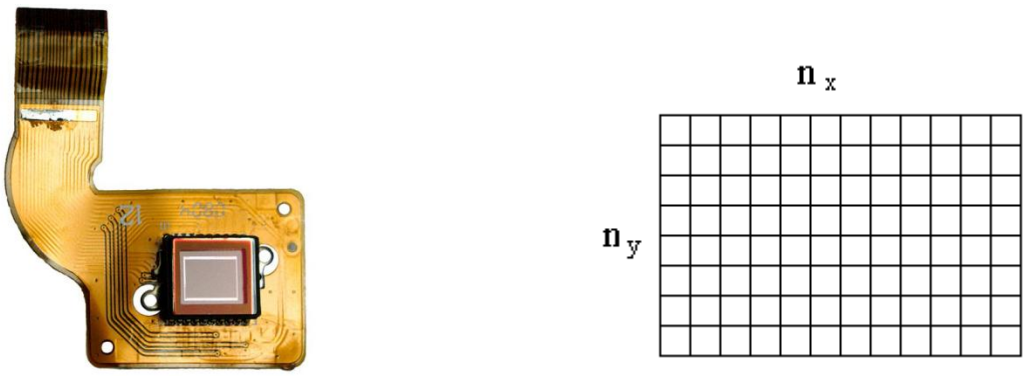


Fig.4. Senzor de imagine (cu conexiuni flexibile) şi structura ariei fotosensibile

Celulele fotosensibile sunt identice şi **fiecare celulă acumulează sarcini electrice** proporțional cu durata şi intensitatea radiației luminoase incidente pe acea celulă. După expunerea la lumină se spune că pe senzor se formează *o imagine de sarcini electrice* care reproduce imaginea optică originală. Fiecare celulă care acumulează sarcini reprezintă un pixel de imagine, pixelul fiind cel mai mic element al unei imagini. Numărul de pixeli n_x şi n_y depinde de rezoluția senzorului. Dimensiunea unui pixel este sub 5 µm. Raportul de apect al unui pixel poate fi 1/1 (square pixel) sau poate lua

alte valori (non-square pixel), funcție de diferitele formate ale imaginii şi rezoluțiile adoptate :

- standardul 4/3 - 16/15, 12/11, 8/9 sau 10/11
- standardul 16/9 - 64/45, 16/11, 32/27 sau 40/33

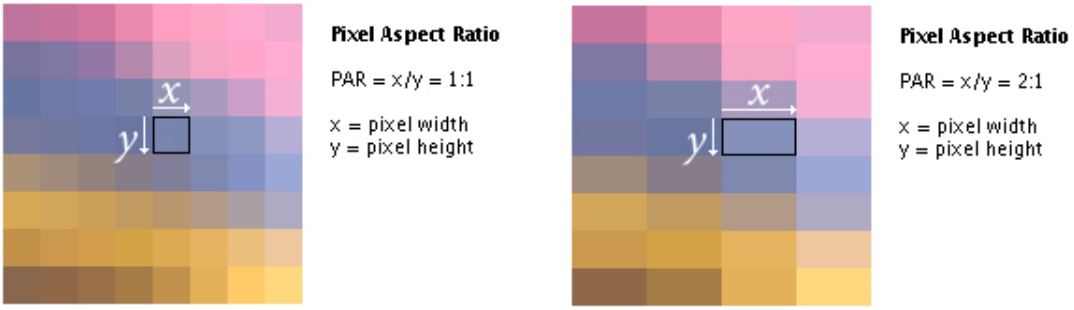


Fig.5. Raportul de aspect al unui pixel

Rezoluțiile n_x şi n_y întâlnite în mod uzual depind de destinația senzorului de imagine (cameră TV sau cameră foto-digitală). Există valoarea standard minimă 256x256 putând ajunge la valori 2048x2048 şi chiar 4096x4096.

De regulă elementul fotosensibil este o fotodiodă (pinned photodiode sau JFET photogate) sau un tranzistor MOS. Sensibilitatea optică a unui astfel de element, denumită Quantum Efficiency – QE , este definită prin $QE = \frac{\text{numar fotoni detectati}}{\text{numar fotoni incidenti}}$

Deoarece un foton incident pe celula sensibilă este detectat atunci când produce o pereche de sarcini electron-gol, numărul de fotoni

detectați coincide cu numărul de electroni şi se poate defini **eficiența electrică**, notată EQE, prin relația

$$EQE = \frac{\text{numar electroni}}{\text{numar fotoni incidenti}}$$

Eficiența se măsoară în procente şi, spre comparație, se dau mai jos unele valori interesante:

- ochiul uman = 1 %
- film fotografic = 5 - 20 %
- senzor CCD = 50 – 90 %

Se spune că senzorii integrați sunt circuite având High Quantum Efficiency.

La rândul său, parametrul Quantum Efficiency depinde de lungimea de undă a radiației luminoase. În fig.6. se prezintă un exemplu de astfel de dependență luat din literatură.

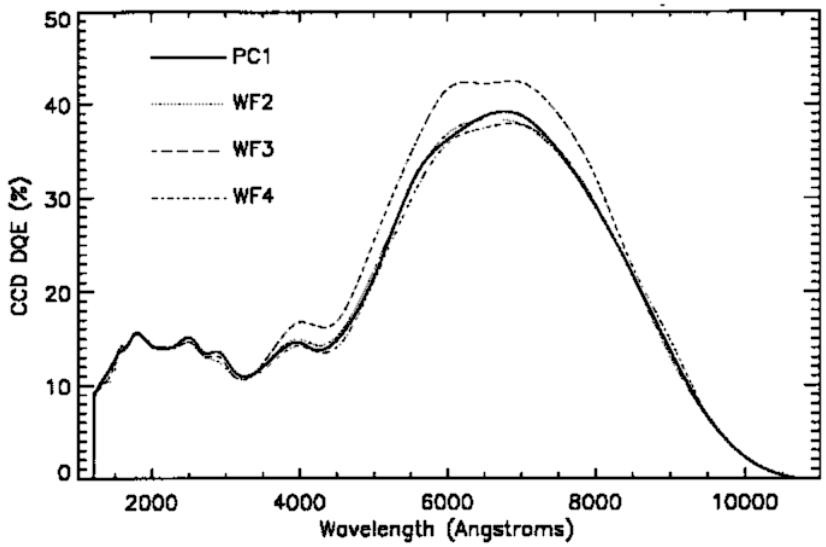


Fig. 6. Eficiența în funcție de lungimea de undă a radiației luminoase

În esență funcționarea unui astfel de senzor de imagine este următoarea:

- Sistemul optic (lentile, oglinzi) micşorează şi focalizează imaginea originală exact pe senzorul de imagine;

- Aria fotosensibilă este expusă la lumină **un timp limitat,** timp în care se formează imaginea de sarcini electrice; această expunere se realizează cu ajutorul unui dispozitiv mecanic – obturatorul;
- Imaginea de sarcini electrice este explorată electronic;

În funcție de modul de explorare, actualmente sunt dezvoltate două tipuri de circuite:

- Circuite CMOS;
- Circuite CCD;

3.3. Senzori de imagine CMOS

Structura unui senzor de imagine CMOS permite accesul la fiecare pixel în parte. Astfel **pentru fiecare pixel** sunt folosite câteva tranzistoare care amplifică sarcina şi o transformă în tensiune pentru ca apoi să o transmită prin conexiuni tradiționale.

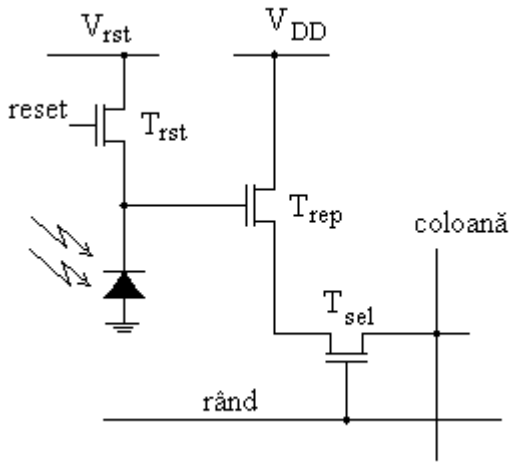


Fig.7. Circuitul 3T, cu tranzistoare MOS, asociat fiecărui pixel activ

În fig.7. se prezintă un circuit - 3T activ pixel- reprezentativ pentru această idee de funcțiunare. Tranzistorul T_{rst} lucrează ca un comutator care resetează pixelul. Când acest tranzistor este deschis, fotodioda este conectată la sursa de alimentare pentru reset, notată V_{rst}, şi pierde întreaga sarcină acumulată. Când tranzistorul T_{rst} este blocat, fotodioda iluminată acumulează sarcini care pe capacitatea de grilă a tranzistorului repetor T_{rep} determină apariția unei tensiuni. T_{rep} lucrează ca un repetor

pe sursă şi asigură citirea sarcinii electrice fără a afecta sarcina acumulată. Alimentarea sa V_{DD} poate coincide în multe cazuri cu alimentarea V_{rst}. În fine, al treilea tranzistor , T_{sel}, este un tranzistor de selecție a rândului. Lucrează ca un comutator care selectează un singur rând de pixeli din intreaga arie, rând care urmează să fie conectat la circuitele electronice de ieşire din senzor. Există şi variante constructive 5T sau 6T care oferă soluții mai dezvoltate privind şi timpul de expunere la lumină a pixelului.

Circuitul electronic de la capătul rândului, de regulă conține un CAN care transformă informația analogică în cod numeric. Există variante în care pentru fiecare rând există o electronică de ieşire dar şi variante constructive în care pentru fiecare pixel în parte există câte un circuite de ieşire şi câte un CAN.

Avantajele senzorilor CMOS:

- tehnologie simplă, deoarece de multe ori sunt fabricate pe aceleaşi linii tehnologice cu circuitele CMOS.
- Consum foarte mic, chiar de 100 ori mai mic comparativ cu CCD

Dezavantaje:

- circuitele sunt mai zgomotoase din două motive:
  - tranzistoarele din apropierea fotodiodei o influențează pe aceasta;
  - tranzistoarele şi conexiunile micşorează suprafața utilă;

Aplicații :

Senzorii de imagine CMOS sunt folosiți cu precădere în camerele foto-digitale datorită consumului redus. Variantele performante sunt folosite şi în camerele TV.

Senzorii de imagine ca atare au o comportare acromatică şi pentru captarea imaginilor color se folosesc împreună cu filtre optice care descompun imaginile color în culori primare. Soluția adoptată în cazul circuitelor integrate constă în acoperirea fiecărui pixel în parte cu o microlentilă **transparentă** ce corespunde câte unei culori primare. Se obține astfel o **arie de filtre color** (Color Filter Array – CFA), fig.8.

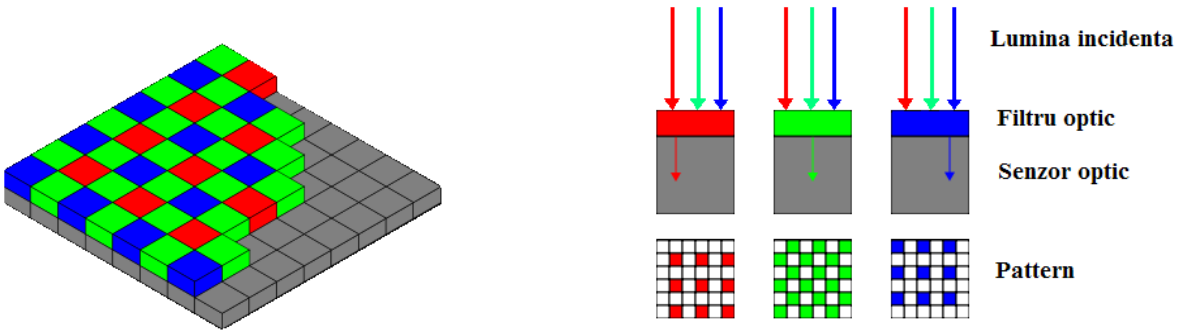


Fig.8. Aria filtrelor color de tip GRGB şi o secțiune prin aceasta

Aranjamentul filtrelor color prezentat în fig.8. a fost propus de Dr. Bryce E. Bayer de la Eastman Kodak (se numeşte aranjament Bayer, sau, simplu, filtre Bayer) şi are 50% filtre verzi, 25 % roşii şi 25 % albastre, ținând cont de sensibilitatea ochiului uman. Se mai numeşte aranjament GRGB sau RGGB şi este de departe cel mai folosit în aparatura actuală. Se observă matricea de 2x2 celule care se repetă atât pe linie cât şi pe coloană. În conformitate cu acest aranjament de filtre, **pattern-ul de ieşire** asigură pentru orice pixel valoarea numai pentru **o singură culoare** (valoarea analogică sau numerică, după conversie). Valorile numerice pentru celelalte două culori ale pixelului se calculează soft, **prin interpolare,** de către circuitele exterioare senzorului.

În ultimii ani firma Eastman Kodak ca şi alte firme (de ex. Sony) a anunțat utilizarea altor filtre decât filtrele Bayer, fig.9., care asigură o sensibilitate sporită pentru senzorii de imagine (RGBW – Red, Green, Blue, White sau RGBE - Red, Green, Blue, Emerald). Dezavantajul constă în faptul că rezultă matrici repetitive mai mari decât matricea 2x2 specifică filtrului Bayer.

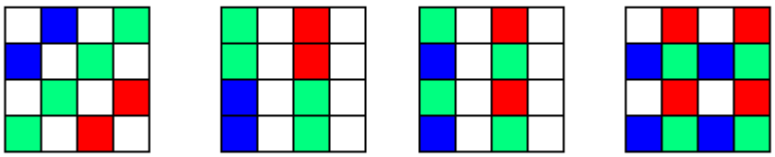


Fig.9. Filtre RGBW propuse de Eastman Kodak

Observație:

Materialele din care sunt confecționate microlentilele suferă un accentuat proces de îmbătrânire care duce la alterarea culorilor după câțiva ani de utilizare a senzorului.

3.4.Senzori de imagine CCD

3.4.1. Transmiterea pachetelor de sarcină de-a lungul unui şir de celule

Senzorii de imagine CCD sunt dispozitive semiconductoare descoperite de Boyle şi Smith în anul 1970 la AT&T Laboratory.

Denumirea CCD (Charge Coupled Device - Dispozitive cu transfer de sarcină) provine de la modul de funcționare al acestui dispozitiv care transferă sarcina electrică stocată într-o arie spre o arie adiacentă.

Celula constructivă de bază a unui astfel de circuit este capacitatea MOS (Metal Oxid Semiconductor) reprezentată în fig.10. Stratul izolator este dioxidul de siliciu SiO_2 iar grila este construită dintr-un material înalt conductor cum ar fi metal sau siliciu policristalin.

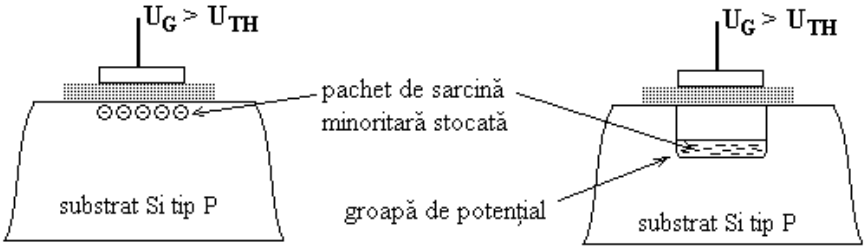


Fig.10. Capacitatea MOS – elementul constructiv al unui circuit CCD

În mod normal, la echilibru termic, în substratul semiconductor se formează perechi de sarcină electroni-gol. Dacă se aplică o tensiune convenabilă pe grilă atunci purtătorii majoritari sunt respinşi iar purtătorii minoritari sunt atraşi şi sunt stocați în regiunea de sub grilă (fig.10. stânga): se spune că sub grilă se formează o *regiune sărăcită în purtători majoritari* iar purtătorii minoritari sunt stocați în *groapa de*

potențial formată sub grilă (fig.10. dreapta); imaginea unei *gropi* în care sarcina stocată este menținută similar unui fluid este o imagine extrem de plastică şi sugestivă privind fenomenele fizice care au loc în structura semiconductoare. În fig.10. substratul este de tip p, tensiunea care se aplică pe grilă este pozitivă iar sarcina de purtători minoritari care sunt stocați este formată din electroni (aceştia au mobilitate mai mare decât golurile). Substratul de tip n este mai rar folosit în construcția circuitelor CCD.

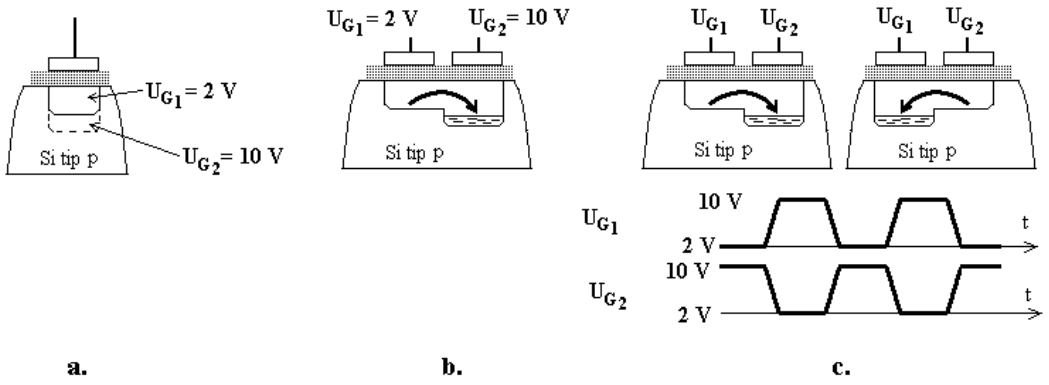


Fig.11. Celule MOS foarte apropiate formează o groapă de potențial comună

În condițiile în care pe grilă se aplică o tensiune mai mare, groapa de potențial se adânceşte , fig.11.a. De asemenea, dacă două celule MOS sunt suficient de apropiate, atunci gropile de potențial se unesc şi sarcina stocată

de cele două capacități este pusă în comun şi poate migra în zona în care groapa este *mai adâncă* , fig.11.b.. În fine, dacă pe grilele celor două capacități MOS se aplică tensiuni *variabile* convenabile (de formă dreptunghiulară sau mai degrabă trapezoidală), fig.11.c., atunci sarcina stocată poate fi mutată de la o capacitate la cealaltă şi înapoi în ritmul impus prin frecvența semnalului de comandă.

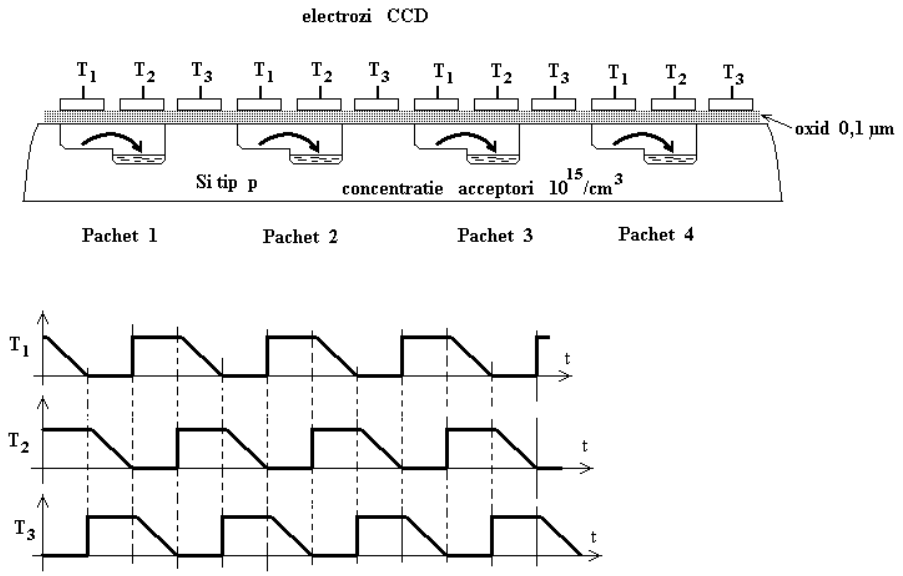


Fig.12. Transferul pachetelor de sarcini electrice de-a lungul unui şir de celule CCD

În cele ce urmează, aşa cum se arată în fig.12., vom consideră un şir de celule MOS suficient de apropiate una de alta astfel încât să poată fi unite prin groapa de potențial. Dacă pe grilele celulelor MOS se aplică semnale de forma celor prezentate în fig.12., atunci se pot transporta pachete distincte de sarcină de-a lungul acestor celule, pas cu pas, în ritmul semnalului de comandă. Se observă că semnalele de comandă pe grilă, notate T_1 , T_2 şi T_3 se repetă din 3 în 3 celule. Mai mult chiar, toate semnalele au aceeaşi formă şi fiecare semnal în parte este compus din 3 porțiuni distincte care se repetă periodic. Semnalele corespunzătoare la 3 celule consecutive sunt decalate unul față de următorul cu câte un sector, astfel că după fiecare 3 celule distincte , semnalele de comandă se repetă. Întregul ansamblu de celule

MOS are o comportare similară unui registru de deplasare din electronica digitală. În timp ce registrul de deplasare din circuitele digitale asigură deplasarea unor simboluri binare (biți) de data aceasta, registrul CCD asigură deplasarea *analogică* a unor pachete distincte de sarcină electrică.

Observație: în analiza precedentă s-a arătat modul în care se deplasează pachetele de sarcină fără a se specifica de unde provin

aceste pachete la intrarea în registrul de deplasare; în cazul senzorilor de imagine, de regulă, pachetele de sarcină provin de la traductoarele fotosensibile (fotodiode sau fototranzistori).

În exemplul din fig.13. ,preluat din literatură, pachetele de sarcini provin de la o fotodiodă şi sunt furnizate la ieşire unui tranzistor MOS.

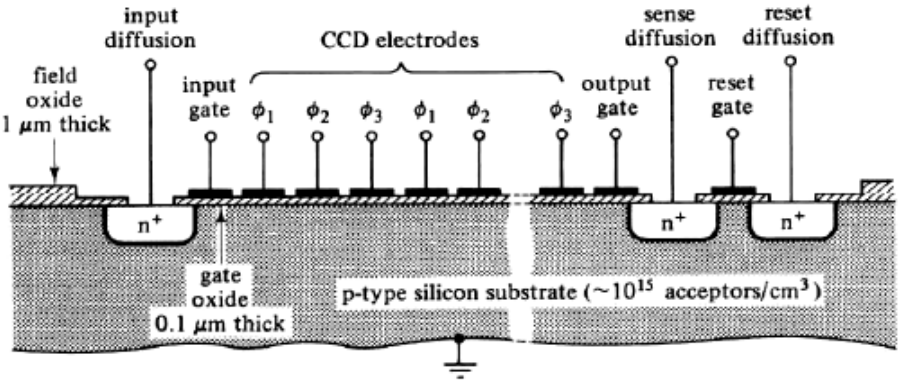


Fig. 13. Reprezentarea unui sistem CCD complet (incluzând intrarea şi ieşirea)

Un parametru important care măsoară performanța unui registru de deplasare de sarcini electrice se referă la acuratețea cu care se transferă pachetele de sarcină. Acest parametru, denumit Charge Transfer Efficiency – CTE – , se măsoară în procente şi indică mărimea sarcinii care se transferă de la o celulă MOS la celula următoare.

În acest sens se observă că dacă CTE = 99,999% , atunci, de exemplu, în cazul unui registru de 1024 celule, la capătul registrului pachetul de sarcină ajuns este 99% comparativ cu cel original. Actualmente se construiesc circuite CCD având CTE = 99,9999 %.

3.4.2. Variante de circuite CCD

În cele ce urmează vor fi trecute în revistă mai multe variante constructive de circuite CCD.

A. Circuite CCD cu transfer pe cadre (Frame Transfer – FT)

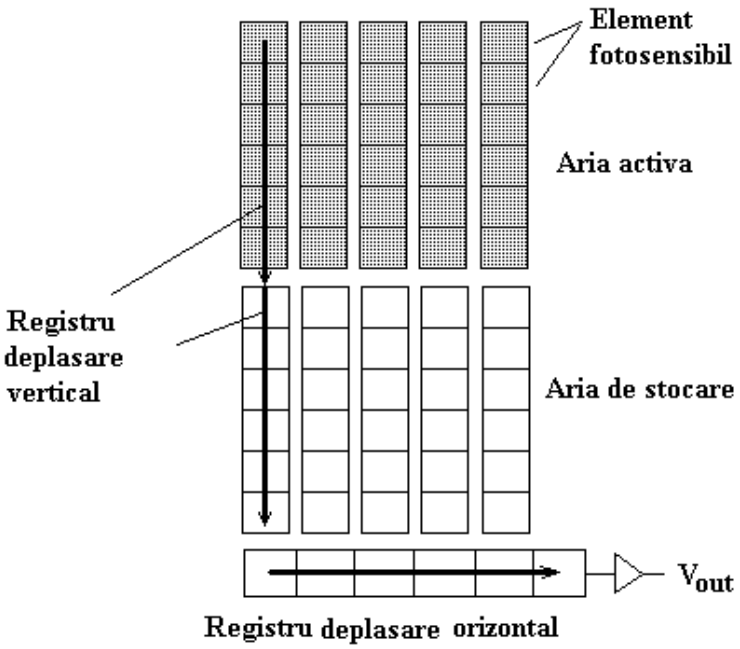


Fig.14. Circuit CCD cu transfer pe cadre (**F**rame **T**ransfer – FT)

În fig.14. se prezintă structura de principiu pentru circuitul CCD cu transfer pe cadre (denumit şi **F**rame **T**ransfer – FT). **Aria utilă este identică cu aria de stocare** şi este compusă din capacități MOS organizate matricial conform rezoluției senzorului. În timp ce aria utilă este expusă luminii, aria de stocare este acoperită cu un material opac (un strat de aluminiu). Drept element fotosensibil este folosit tocmai celula MOS care este folosită şi pentru deplasarea sarcinii. Când aria utilă este expusă luminii, fotonii incidenți pătrund în substratul de siliciu şi prin efect opto-electronic generează perechi electroni-goluri. Numărul de electroni colectați sub grila MOS într-un timp dat (denumit timp de integrare) este proporțional cu intensitatea locală a radiației luminoase.

Observații:

1).Partea substratului expusă la lumină poate fi partea frontală (front-side illumination), opusă electrozilor, sau partea pe care sunt construiți şi electrozii (back-side illumination) caz în care grilele sunt construite din materiale transparente (lumina pătrunde atât prin grila transparentă cât şi prin locurile libere dintre grile). Această ultimă variantă este mai avantajoasă deoarece se poate atinge CTE =90%.

2).Senzorul CCD are o gamă dinamică mare şi cu o bună liniaritate (Large dynamic range with high linearity). Aceasta înseamnă că circuitul poate detecta obiecte atât la luminanță slabă cât şi la luminanță mare. Nivelul de iluminare minim detectat este determinat de nivelul de zgomot al circuitului în timp ce nivelul maxim este dependent de sarcina maximă care poate fi stocată în groapa de potențial fără saturarea circuitului. De asemenea, în cazul unui detector perfect liniar, acesta ar trebui să furnizeze un semnal electric per fotonul incident de valoare constantă şi independentă de numărul de fotoni detectați. Circuitele CCD asigură o bună liniaritate pentru o gamă dinamică ce acoperă câteva ordine de mărime.

3).Circuitul CCD asigură un răspuns *uniform* . Eventualele diferențe de la un pixel la altul pot fi calibrate şi compensate prin circuitele exterioare.

Funcționarea circuitului CCD cu transfer pe cadre prezentat în fig.14. este următoarea. Aria activă este expusă la lumină şi acumulează sarcini electrice în celulele MOS, sarcini care reproduc imaginea optică. Apoi, pe durata **impulsului de stingere pe verticală**, sarcinile electrice sunt transferate rapid în secțiunea de stocare. Aceleaşi celule MOS care au fost senzori de lumină acționează acum ca celule ale unui registru de deplasare

CCD. Urmează un nou timp de integrare pentru aria activă, timp în care aria de stocare împreună cu registrul de deplasare orizontal asigură explorarea sarcinilor şi concomitent formarea semnalului de ieşire după principiul explorare linie după linie şi în cadrul unei linii explorare de la stânga la dreapta: pe durata impulsului de stingere linii, sarcinile de pe ultima linie din aria de stocare sunt trecute în registrul orizontal; apoi pe durata actvă a liniei de explorare, sarcinile electrice sunt deplasate de-a lungul registrului orizontal către amplificatorul de ieşire.

În ansamblu rezultă o funcționare pentru care, în timp ce aria activă acumulează sarcini electrice, aria de stocare este explorată după principiul clasic al televiziunii, adică linie după linie şi în cadrul unei linii, de la stânga la dreapta. Apoi un întreg cadru este transportat rapid din aria activă în aria de stocare şi procesul se reia pentru cadrul următor cu o nouă acumulare de sarcini în timp ce cadrul precedent este explorat.

Observație: în cazul circuitului analizat, pentru un pixel de imagine corespund 3 celule MOS (vezi registrul de deplasare CCD care necesită un modul de 3 celule MOS pentru transferul unui pachet de sarcină).

B. Circuite CCD cu transfer pe cadre, varianta Full Frame Transfer – FFT

În fig.15. se prezintă un al doilea circuit CCD cu transfer pe cadre care seamănă cu varianta precedentă cu observația că lipseşte secțiunea de stocare. Şi funcționarea este foarte asemănătoare: aria fotosensibilă expusă la lumină acumulează sarcini electrice. Apoi sarcinile sunt explorate cu ajutorul registrului de deplasare **direct din aria activă** (evident după principiul expus mai sus, adică linie cu linie şi în cadrul unei linii, de la stânga la dreapta).

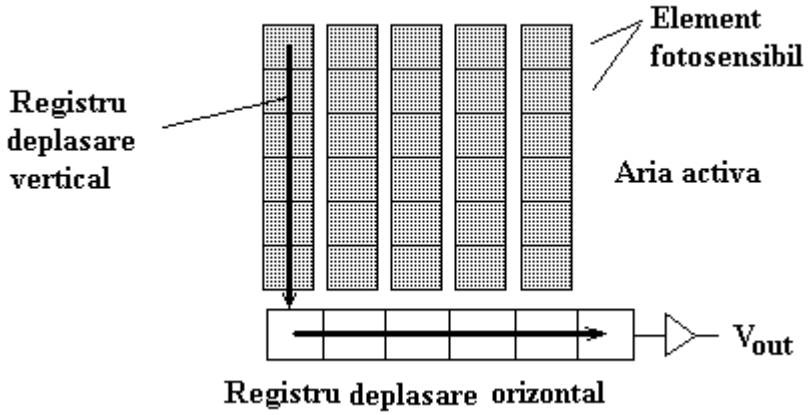


Fig.15. Circuit CCD cu transfer pe cadre **F**ull **F**rame **T**ransfer – FFT

În timpul explorării sarcinilor, senzorul **nu mai este expus la lumină**, obturarea făcându-se cu un **mecanism extern.** Avantajul adus de această soluție constă în faptul că, pe acelaşi substrat de siliciu, aria activă este mult mai mare şi deci poate fi realizată cu un număr mai mare de pixeli, adică rezoluție îmbunătățită. Dezavantajul constă în necesitatea mecanismului exterior de obturare care face ca un astfel de senzor să nu poată fi folosit în televiziune. Este însă foarte bun pentru fotografia digitală.

C. Circuite CCD cu transfer pe linii (Interline Transfer – IT)

Circuitul CCD cu transfer interlinii, are fiecare coloană verticală organizată în două subcoloane, fig.16.a.: o subcoloană formată din celule fotosensibile (în cazul acestui tip de circuit sunt folosite de regulă fotodiode drept elemente fotosensibile); o subcoloană formată din celule MOS, cu rol de stocare, deci **obturată** (acoperită cu strat de aluminiu).

Cu alte cuvinte, aria activă şi aria de stocare sunt întrepătrunse. Coloana de stocare are în acelaşi timp şi un rol de registru de deplasare vertical. Între coloana fotosensibilă şi coloana de stocare se află o coloană de celule MOS cu rol de switch-uri analogice (porți de transfer).

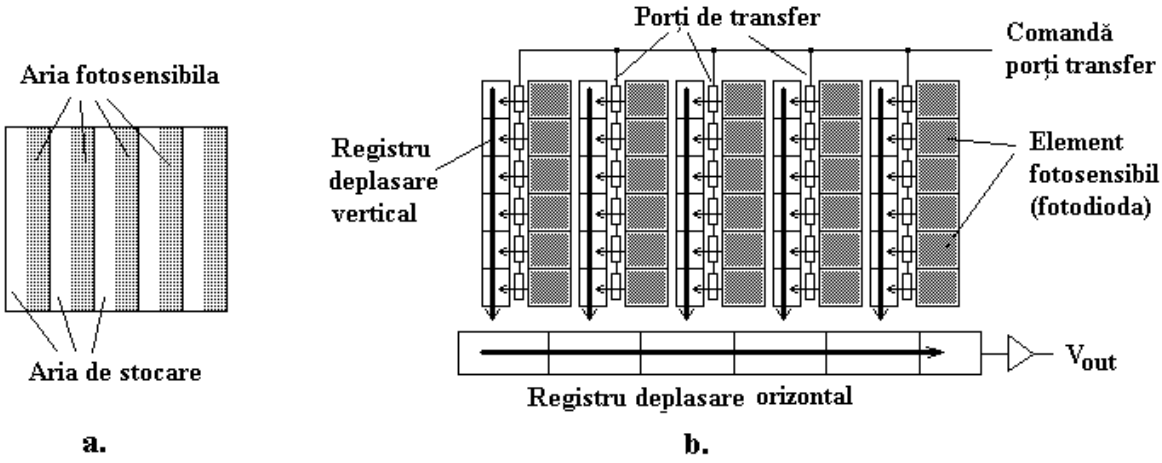


Fig.16. Circuit CCD cu transfer interlinii;

a. Principiul constructiv; b. Structura unui circuit CCD cu transfer interlinii

Sarcina electrică formată în urma conversiei fotoelectrice este stocată în capacitatea joncțiunii fotodiodei. În timpul impulsului de stingere pe verticală, sarcina este transferată din fotodiode spre registrele de deplasare verticale. Această transferare are loc **simultan** pentru toți pixelii (principala diferență față de circuitul cu transfer pe cadre). În continuare funcționarea este similară cu a circuitului cu transfer pe cadre: în timp ce fotodiodele acumulează o nouă sarcină,

aria de stocare este citită cu ajutorul registrului de deplasare orizontal şi furnizează semnalul video la ieşire.

D. Circuite CCD cu transfer pe linii şi cadre (Frame Interline Transfer – FIT)

Dezavantajul circuitului precedent, cu transfer pe linii, constă în faptul că, în timp ce coloana de fotodiode acumulează sarcini electrice, registrul pe verticală, aflat în imediata apropiere transferă sarcini spre ieşire. Este posibil ca operațiunile efectuate de registrul pe verticală (clock, transfer de sarcină, etc.) să influențeze negativ procesul de conversie fotoelectrică.

Soluția de îmbunătățire constă în adăugarea unei arii de stocare ca în fig.17. Se obține astfel circuitul cu transfer pe linii şi cadre care funcționează astfel: pe durata expunerii la lumină fotodiodele acumulează sarcini electrice. Apoi, pe timpul impulsului de stigere pe verticală sarcinile sunt transferate în registrele verticale şi apoi tot în acelaşi interval de stingere sunt transferate vertical în aria de stocare. Urmează următorul interval de acumulare şi simultan explorarea cadrului precedent care se află în aria de stocare. Suprafața activă pentru acest circuit este de cca. 30% din aria utilă.

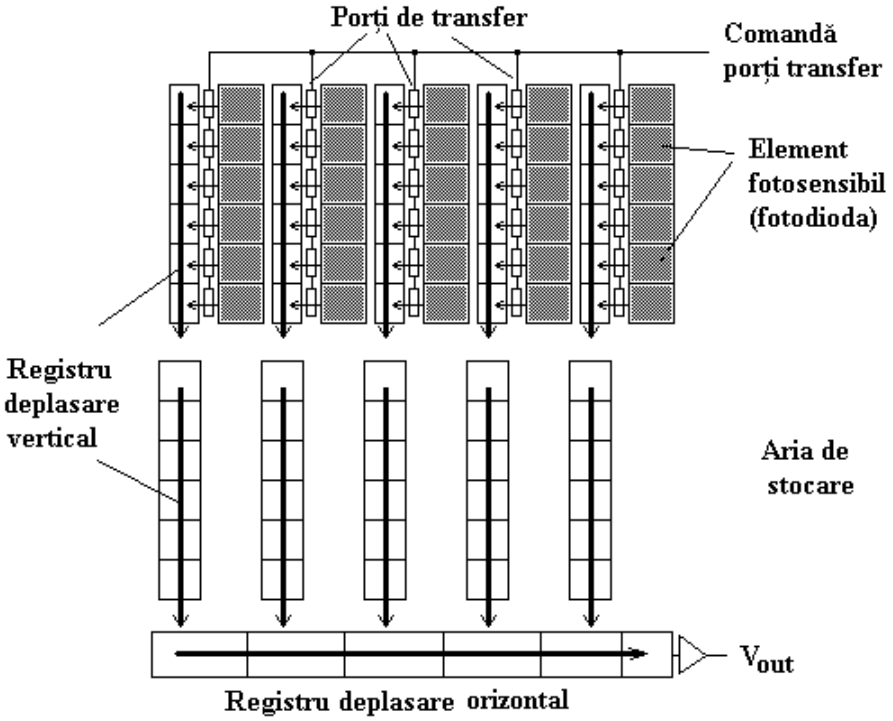


Fig. 17. Circuit CCD cu transfer pe linii şi cadre

În toate implementările de circuite CCD analizate mai sus, semnalul de ieşire din CCD este **componenta video** a semnalului video-complex. Conversia sarcinii electrice în semnal de tip tensiune se realizează cu ajutorul unui amplificator de ieşire, fig.18.

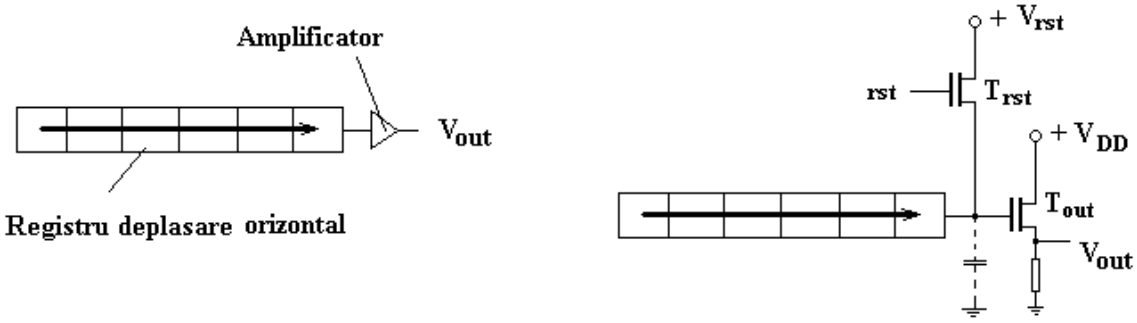


Fig.18. Amplificatorul de ieşire din CCD

Registrul de deplasare pe orizontală transferă sarcinile electrice pachet după pachet. Capacitatea de grilă a tranzistorului de ieşire T_{out} se încarcă cu un pachet şi în consecință atinge o tensiune proporțională cu pachetul de sarcină (reamintim că U = q/C unde q este sarcina acumulată în capacitatea C iar U este tensiunea la bornele acelei capacități). Apoi capacitatea este descărcată prin intermediul tranzistorului de reset T_{rst} şi încărcată din nou cu următorul pachet de sarcină. La ieşire se obține un semnal de tip tensiune format din porțiuni discrete ce corespund la fiecare pachet de sarcină, adică la fiecare pixel de imagine.

4. Echipamente utilizate

Cameră TV, webcam.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele abilități:

- Să cunoască arhitectura şi parametrii optici ai unui senzor de imagine.

- Să cunoască şi să asimileze arhitectura şi funcționarea unui senzor CMOS.
- Să cunoască şi să asimileze arhitectura şi funcționarea unui senzor CCD. Să identifice tipuri constructive de senzori CCD.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa camerele TV existente în studioul TV şi se vor identifica tipurile de traductoare folosite în construcția lor.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 9

LP-9. Receptor TV color cu tub cinescop: schemă bloc, funcționare, performanțe

1. Tema lucrării

Receptor TV color cu tub cinescop: schemă bloc, funcționare, performanțe.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de construcția şi funcționarea unui receptor TV cu tub cinescop, pentru programe RF.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1. Transmiterea unui program de televiziune

Prin transmiterea unui program de televiziune se înțelege transmisiunea semnalului video complex de TV (CVBS) şi a sunetului aferent.

Transmiterea semnalului video complex se poate realiza:

- în gama video frecvență (VF ; aşa numita bandă de bază)

- în gama radio frecvență, RF, în diverse benzi, prin diverse medii de transmisiuni.

Transmisiunea imaginii in VF se face de obicei pe distanțe scurte, de ordinul zecilor sau sutelor de metri – între camerele TV si carele de reportaj sau între studiouri si un control general – şi de ordinul kilometrilor (din ce in ce mai rar) – între un centru TV si un emițător. În toate aceste cazuri transmisiunea se face pe cabluri coaxiale.

3.2. Transmiterea semnalului video in RF

Transmisiunea semnalelor de TV se poate face in RF intr-una din benzile rezervate semnalelor de televiziune:

- prin radiație

- prin cablu coaxial

- prin fibre optice

În Europa domeniul de frecvențe rezervat transmisiilor aeriene este împărțit în benzi care sunt alocate transmisiilor pentru emisiunile TV, radio, comunicațiilor prin telefonie mobilă, etc.

Gamă	**Bandă**	**Domeniul frecvențe**	**Indicativ**	**Canale**	**Aplicație**
FIF, **VHF** *Low*	I	48 MHz– 66 MHz	LB	C 1,2	
	II	76MHZ-106 MHz	LB	C 3,4,5	Radio FM
	hiperbandă	100 MHZ - 170 MHz	LB	S 1 - 10	CATV
VHF *High*	III	170 MHZ - 230 MHz	HB	C 6 - 12	TV terestră
	hiperbandă	230 MHZ - 470 MHz	HB	S 11-40	CATV
UIF, **UHF**	IV	471 MHZ - 620 MHz	UB	C 21-39	TV terestră
	V	621 MHZ - 861 MHz	UB	C 40-69	TV terestră

In standardul acceptat de țara noastră – CCIR norma D şi K - canalul de TV (cu transmisiunea de imagine şi a sunetului aferent) ocupă **8 MHz**. Pentru transmiterea semnalului video complex se foloseşte MA. Deoarece banda semnalului video în VF este de 6 MHz, este evident ca nu se va face o transmisiune clasica de MA, ci o transmisiune MA cu bandă laterală parțial suprimată sau aşa numita transmisiune cu rest de bandă laterală **MA RBL** (în engleză VSB = vestigial side band).

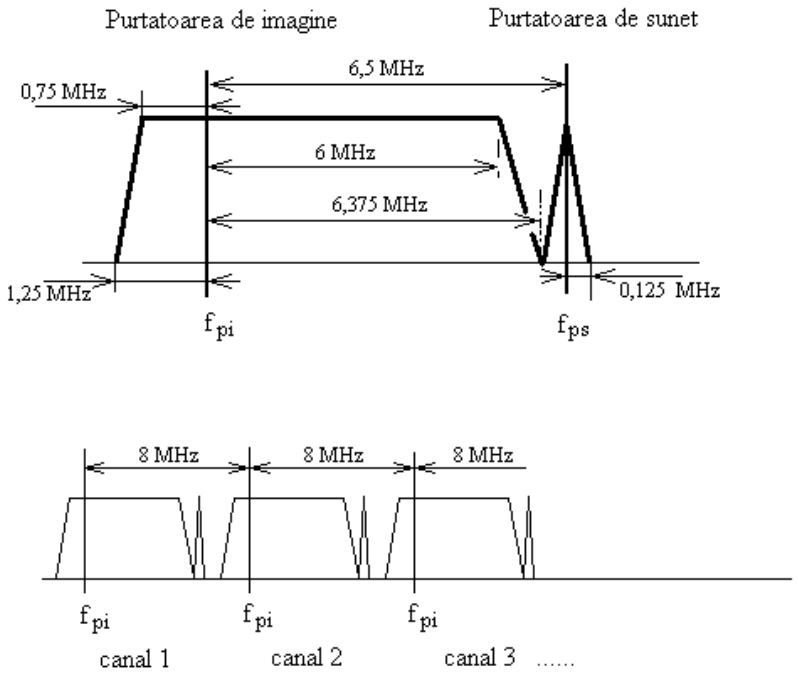


Fig. 1. Structura canalului TV

Structura canalului TV este prezentată în fig. 1. şi pune în evidență:

- Faptul că lățimea canalului este într-adevăr 8 MHz;
- Distanța de 6,5 MHz între purtătoarea de imagine şi cea de sunet;
- Semnalul video, este transmis prin intermediul MA; semnalul video de bandă 6 MHz, este transmis cu întreaga bandă laterală superioară în timp ce banda laterală inferioară este transmisă numai parțial (0,75 MHz) ;
- Semnalul audio, transmis prin intermediul MF , are o bandă alocată mult mai mică, de numai 0,25 MHz.

Reamintim faptul că în conformitate cu normele actuale, pentru semnalul video complex se foloseşte **o modulație MA** iar pentru semnalul de sunet asociat, **o modulație MF**.

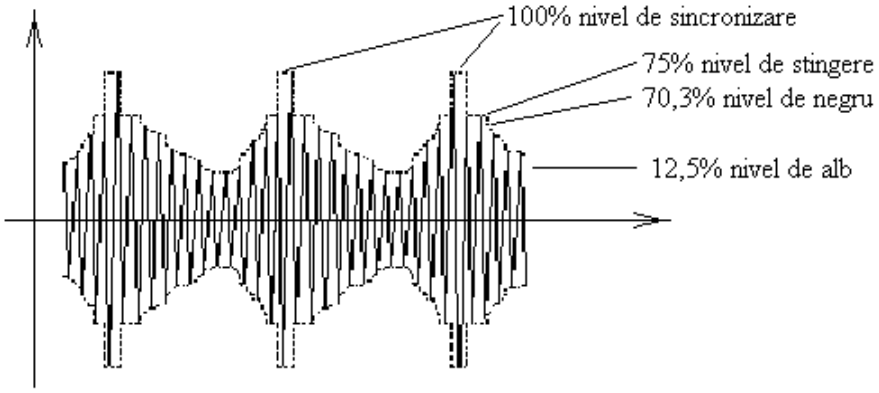


Fig. 2. Modulația MA folosită pentru transmiterea semnalului video complex

Se foloseşte modulația negativă, adică la vârf de purtătoare corespunde componenta de sincronizare din SVC. Modulația negativă (negrul de vârf) are avantajele următoare:

- vârful de modulație S_{V+H} nu depinde de conținutul imaginii;

- perturbațiile de tip impuls care apar în timpul transmisiunii (dacă se suprapun în amplitudine) sunt mai puțin observabile pe imagine dacă sunt în sensul negrului.

Observație: Standardul CCIR norma B şi G (adoptat în Europa occidentală şi introdus acum şi la noi pentru transmisia prin cablu) prevede o modificare importantă : semnalul video se transmite cu banda de 5 MHz; în consecință distanța între cele două purtătoare este de numai 5,5 MHz iar canalul are o lățime de 7 MHz; în cazul transmisiilor prin aer, însă, distanța dintre canale este tot de 8 MHz (banda II şi IV); la transmisiile prin cablu, firmele furnizoare de servicii îşi pot stabili propriile reglementări privind distanța dintre canale (7 sau 8 MHz).

3.3. Structura de principiu a unui receptor TV clasic

Un receptor TV clasic, în principiu se compune din două părți:

- tuner – primeşte semnalul RF , asigură selecția canalului şi furnizează semnalele video şi audio;

- un monitor – primeşte semnalele video şi audio şi furnizează imaginea şi sunetul;

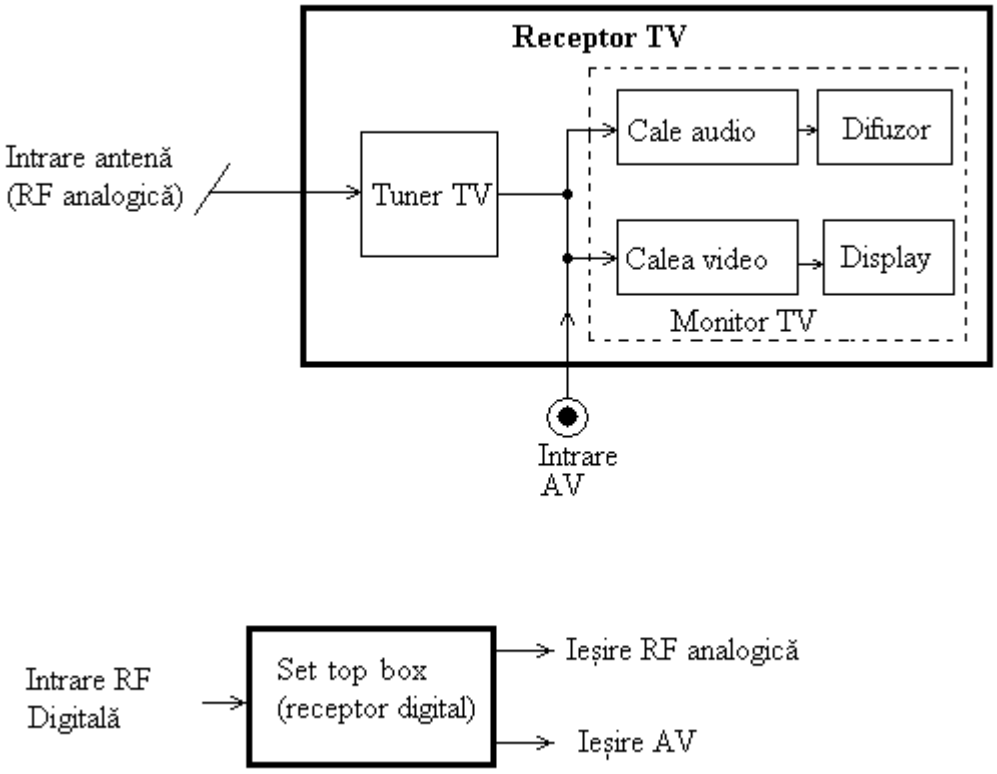


Fig.3. Receptor TV clasic şi receptor digital

În cazul unei transmisii digitale (fie satelit – DVB S, fie antenă – DVB T, fie cablu – DVB C) de regulă este nevoie de un receptor special (denumit „set top box") care furnizează la ieşire direct semnalul AV sau semnalul RF analogic.

3.4. Receptor TV color – schemă bloc şi funcționare

3.4.1. Caracteristica de selectivitate globală a receptorului TV

Transmisia MA-RBL utilizată în televiziunea comercială are avantaj în ceea ce priveşte lărgimea de bandă a canalului TV, dar, pe de altă parte , impune luarea unor măsuri la recepție, pentru refacerea corectă a spectrului de videofrecvență original, după demodulare.

Canalul TV are o lățime de 8 MHz. Dacă acesta ar fi selectat cu un filtru trece bandă obişnuit, atunci, după demodulare, ambele benzi laterale ar contribui la refacerea semnalului video complex, SVCC. Se observă că aproximativ până la 1,25 MHz ar exista componente provenind de la ambele benzi laterale (vezi fig.4, partea haşurată din canal) în timp ce pentru frecvențele mai mari ar contribui numai banda laterală superioară. Semnalul video rezultat după demodulare ar avea componentele de joasă frecvență mult accentuate (practic amplitudine dublă) față de cele de frecvență înaltă. Pentru a nu exista astfel de distorsiuni, receptorul trebuie să aibă o caracteristică de selectivitate globală, adică o caracteristică de răspuns amplitudine-frecvență de la antenă până la intrarea în demodulatorul video, de forma celei prezentate în fig.4. Se remarcă prezența unei atenuări progresive în jurul purtătoarei de imagine, având valoarea de 6 dB pentru purtătoare (-6 dB înseamnă amplitudinea pe jumătate din valoarea maximă). Această atenuare progresivă este cunoscută sub denumirea de **flanc Nyquist.**

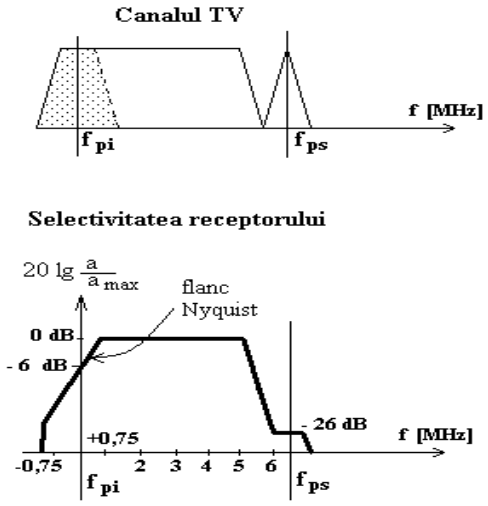


Fig.4. Caracteristica de selectivitate globală a receptorului TV

Pentru a se evita pătrunderea sunetului pe imagine, se impune şi o atenuare a purtătoarei de sunet față de purtătoarea de imagine: -26 dB față de amplitudinea maximă.

Forma caracteristicii de selectivitate globală a receptorului TV se realizează cu ajutorul unui *filtru cu undă de suprafață* (FUS ; în engleză

filtru SAW = Surface Acoustic Wave Filter) plasat la intrarea amplificatorului de frecvență intermediară din calea comună imagine-sunet.

3.4.2. Receptor superheterodină

Marea majoritate a receptoarelor TV construite până în prezent pentru televiziunea analogică radiodifuzată sunt receptoare de tip *superheterodină*, care lucrează în regim de *supradină*, adică au frecvența f_{OL} a oscilatorului local, OL, mai mare decât frecvența f_{RF} a semnalului de radiofrecvență recepționat ($f_{OL} > f_{RF}$). De regulă, aceste receptoare folosesc un amplificator de frecvență intermediară (AFI) cu cale comună pentru imagine şi sunet, această soluție constructivă fiind cea mai răspândită datorită simplității sale. Există însă şi variante de receptoare TV cu căi separate pentru sunet şi imagine.

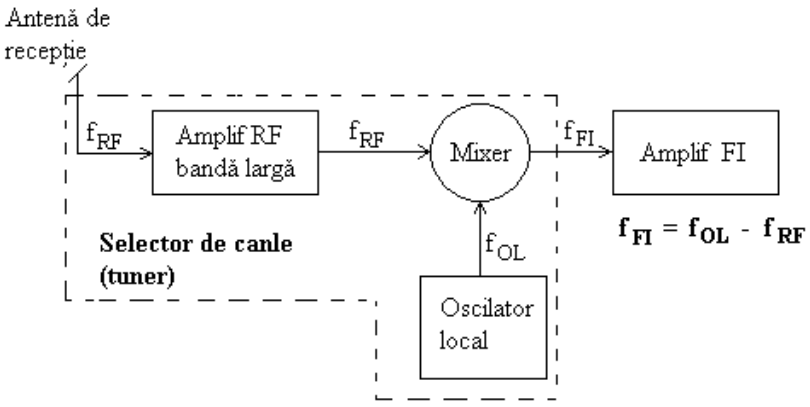


Fig.5. Receptor superheterodină

Semnalul de la intrarea de antenă se aplică unui selector de canale pentru benzile FIF/UIF (VHF/UHF), dar care, în cazul majorității receptoarelor TV moderne, pot recepționa şi canalele de cablu din bandă S (specială) şi din hiperbandă. În selector se face o amplificare în RF şi, cu ajutorul unui oscilator local OL şi a unui schimbător de frecvență, denumit Mixer, se face translatarea spectrului semnalelor de intrare de radiofrecvență în aşa numita **frecvență intermediară,** FI, fig.5. Trebuie spus că, odată cu schimbarea de frecvență, se produce şi inversarea

semnalelor ca eşalonare în frecvență, datorită funcționării de tip supradină (concret, în urma diferenței $F_{FI} = f_{OL} – f_{RF,}$ purtătoarea de imagine va avea valoarea mai mare decât purtătoarea de sunet).

Amplificatorul de frecvență intermediară (AFI) cu cale comună sunet-imagine conține un filtru, necesar pentru a realiza caracteristica amplitudine-frecvență de tip Nyquist şi amplificatorul propriu-zis. Acest amplificator are un câştig maxim de 50-60dB, care este controlat cu ajutorul sistemului de reglaj automat al amplificării RAA (AGC). Acest reglaj are rolul de a menține constant nivelul semnalului la intrarea demodulatorului sincron video, indiferent de variațiile semnalului de la intrarea receptorului.

Sistemul de RAA acționează atât asupra AFI (cu o dinamica de cca. 50-60 dB), cât şi asupra amplificatorului de RF din selectorul de canale (cu o dinamica de cca. 10-20 dB), rezultând o dinamică globală de reglaj a RAA de cca. 60-80 dB.

3.4.3. Calea comună imagine-sunet

Principalele funcții ale căii comune imagine-sunet dintr-un receptor TV sunt:

- selectarea canalului dorit;
- schimbarea de frecvență din radiofrecvență în frecvență intermediară;
- realizarea formei caracteristicii de selectivitate globală a receptorului TV;
- amplificarea semnalului TV;
- extragerea semnalului video complex de culoare şi a semnalului audio modulat MF pe o frecvență intermediară de 6,5 MHz (respectiv 5,5 MHz);
- reglaj automat al amplificării (RAA) şi control automat al frecvenței de acord (CAF).

În fig.6. se prezintă schema bloc a căii comune imagine-sunet. În cele ce urmează se prezintă câteva detalii privind funcționarea blocurilor componente.

Amplificatorul de RF realizează următoarele funcții:

- Asigură la borna de antenă adaptarea cu cablul de antenă, adică o impedanță de intrare egală cu impedanța caracteristică a cablului coaxial;
- Amplificatorul de radiofrecvență este format din mai multe secțiuni, care, în mare, pot fi privite ca amplificatoare independente (VHF Lo; VHF Hi; UHF); comutarea de pe o secțiune pe alta se face automat, odată cu realizarea acordului; în acest fel se utilizează o singură bornă de antenă;
- Chiar dacă este format din mai multe secțiuni, în toate cazurile amplificatorul RF este de bandă largă şi din acest motiv are o amplificare nu prea mare (astfel se asigură o funcționare stabilă; amplificarea mare va fi asigurată de blocul de frecvență intermediară, care este de bandă îngustă);
- Asigură amplificarea semnalului VHF sau UHF cu zgomot redus, având în vedere semnalul mic la borna de antenă (zeci de μV);
- Programarea şi comutarea canalelor TV se face, de regulă, digital, prin intermediul unui sistem cu microprocesor; se foloseşte un acord variabil continuu realizat cu diode varicap comandate cu o tensiune inversă aplicată între anod şi catod şi o selectare a benzilor de frecvență prin intermediul unei diode de comutare.

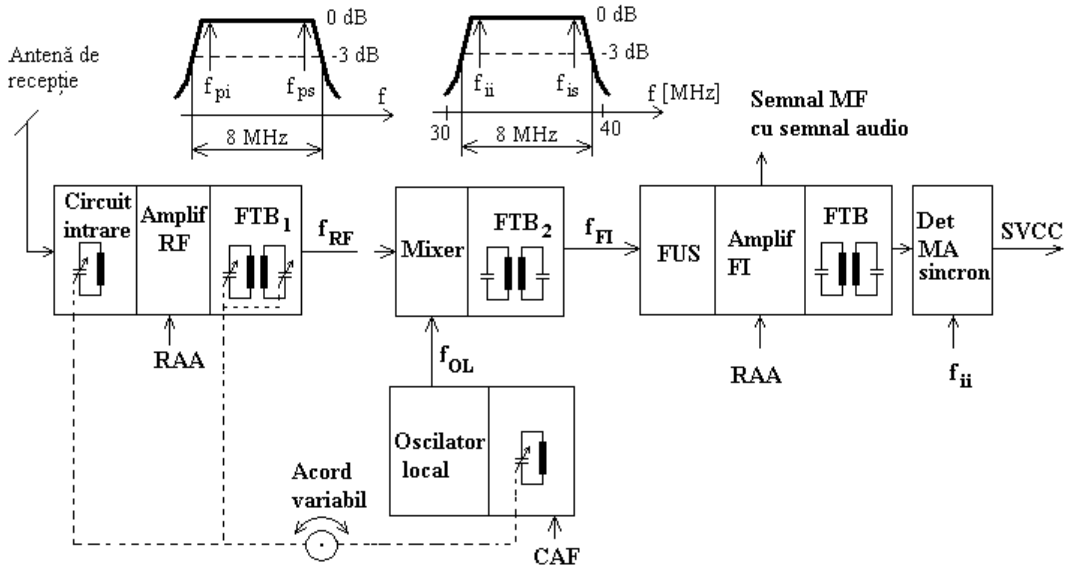


Fig.6. Calea comună imagine- sunet

Oscilatorul local asigură o stabilitate foarte bună a frecvenței de oscilație , eventualele abateri în frecvență datorate variației de temperatură, tensiune sau acordului greşit efectuat de telespectator fiind

compensate automat datorită circuitului de CAF (Control Automat al Frecvenței).

Schimbarea de frecvență are loc conform cu relația

$$\pm mf_{OL} \pm nf_{RF} \quad (1)$$

Dintre aceste componente prezintă interes numai componenta cu relația

$$f_{OL} - f_{RF} \quad (2)$$

Datorită filtrului FTB_2, blocul funcțional care urmează va extrage **exact numai acea componentă** pentru care diferența $f_{OL} - f_{RF}$ are valoarea specifică pentru frecvența intermediară TV – în jur de 38 MHz (vom aminti mai jos valoarea exactă a acestei frecvențe) . Pentru a asigura selectarea numai a canalului dorit, sunt folosite filtrele trece bandă FTB_1 şi FTB_2 precum şi acordul realizat în circuitul de intrare. Filtrele au banda de 8 MHz şi nu realizează selectivitatea amintită în paragraful 3.4.1. ci numai atenuarea canalelor adiacente şi a canalului oglindă.

Observație: Presupunând că dorim să selectăm canalul C_1 , având frecvența f_{RF1}, atunci acordul se va realiza atunci când frecvența oscilatorului local are valoarea f_{OL} astfel stabilită încât diferența $f_{OL} - f_{RF1} = f_i \approx 38$ MHz ; canalul C_2 , care are o frecvență f_{RF2} dată de relația complementară $f_{RF2} - f_{OL} = f_i = 38$ MHz poartă numele de canal oglindă; se observă că distanța dintre un canal şi canalul oglindă este

$$f_{RF2} - f_{RF1} = 2f_i \approx 76 \text{ MHz}$$

Datorită faptului că mixerul realizează mixarea conform relației (1), după schimbarea de frecvență **şi canalul oglindă** va avea frecvența în domeniul 30-40 MHz al frecvenței intermediare urmând să fie selectat de FTB_2. Pentru a se evita această situație, pur şi simplu nu se transmit programe TV pe canalele oglindă (de exemplu banda III 170-230 MHz are drept bandă oglindă domeniul 240-300 MHz)

Ansamblul format de blocurile funcționale Amplificator RF, Oscilator Local şi Mixer mai poartă numele de *selector de canale.*

În funcție de gama de frecvență a postului recepționat, se activează ramura respectivă din amplificatorul RF (Lo, Hi sau UHF), iar acordul se face prin modificarea simultană (pentru a păstra alinierea) a capacităților din circuitul de intrare (CI), filtrul de bandă FTB_1 şi oscilatorul local (OL) (fig.6.). Condensatoarele variabile sunt de fapt diode varicap a căror capacitate de barieră scade, când tensiunea inversă aplicată creşte (de ex. BB 131 pentru Lo, BB 910 pentru Hi sau BB134, BB135 pentru UHF).

Ca amplificatoare de RF, sunt avantajoase tranzistoarele MOS-FET cu poartă dublă, canal N (ex. BF 904, BF 906, BF 964, etc.). Semnalul RF se aplică uneia dintre porți, iar cealaltă serveşte pentru reglajul automat al amplificării – RAA – (tunerul trebuie să furnizeze la ieşire un semnal de amplificare constantă, chiar dacă la intrare semnalul variază destul de mult). Comutările se realizează cu diode de comutație cum ar fi BA 243, BA 244, etc. Schimbătorul de frecvență (SF), mixerul şi oscilatorul local (OL) se pot realiza fie cu tranzistoare bipolare npn (BF 547 pentru Lo şi Hi sau BFS 17A pentru UHF, fie cu circuite integrate cum ar fi TDA 5030, TDA 5330, TDA 5630, U 2300B, TUA 2009X etc.).

Tehnologic, selectoarele moderne se realizează în tehnică SMD (Surface Mounting Devices), monobloc. Din punct de vedere constructiv, selectorul de canale este realizat într-o cutie metalică, ce asigură o foarte bună ecranare. Se realizează astfel două deziderate: pe de o parte se evită perturbarea semnalelor de nivel mic din interiorul selectorului, pe de altă parte este oprită radiația în exterior a unor semnale care pot deranja funcționarea altor echipamente electronice.

Amplificatorul de frecvență intermediară constă în lanțul de prelucrare a semnalului între selector şi demodulatorul video şi este format din preamplificatorul de FI, filtrul de FI şi amplificatorul de FI propriu-zis (circuitul integrat).

Banda de frecvențe intermediare, comună tuturor canalelor recepționate, este definită prin parametrii :

- Frecvența intermediară imagine f_{ii} = 38,9 MHz
- Frecvența intermediară sunet f_{is} = 32,4 MHz
- Lărgimea de bandă 32,15 – 40,15 MHz, cu spectrul inversat

Amplificatorul de frecvență intermediară îndeplineşte următoarele funcții:

- amplifică semnalul de la ieşirea selectorului, până la un nivel suficient de mare pentru funcționarea corespunzătoare a detectorului sincron video (60-80 dB);
- are contribuția cea mai importantă la asigurarea selectivității globale a receptorului TV; selectivitatea este dată de caracteristica filtrului cu undă de suprafață;
- asigură, împreună cu selectorul, dinamica de RAA necesară menținerii unui nivel constant al purtătoarei de imagine în detectorul sincron video, pentru o variație cât mai mare a semnalului la intrarea receptorului TV (semnalul de antenă poate varia de la zeci de μV până la zeci de mV);
- asigură caracteristica de întârziere a timpului de grup, necesară reproducerii corecte a imaginii, dată, de asemenea, tot de filtrul cu undă de suprafață;
- asigură un factor de zgomot corespunzător, astfel ca nivelul de zgomot introdus de amplificatorul de frecvență intermediară cale comună să fie nesemnificativ, raportat la nivelul semnalului prelucrat;
- extrage semnalul audio modulat MF pe frecvența purtătoare de 6,5 MHz, respectiv 5,5 MHz, care este dirijat spre calea de sunet;

Filtrul trece-bandă din AFI–(I+S) poate fi realizat în tehnologie LC (cu bobine şi condensatoare) sau cu filtru de undă de suprafață FUS.

Realizarea filtrului în tehnologie LC are mai multe dezavantaje:

a) filtrul este compus din 8-9 bobine şi 15–20 condensatoare şi în consecință, are un gabarit destul de mare;

b) filtrul LC este relativ greu de reglat pentru că există influențe reciproce între diverse reglaje ale circuitelor acordate. Este necesar un reglaj iterativ până se obține caracteristica A(f) corectă. Creşte astfel timpul de fabricație şi manopera;

c) caracteristica A(f) a filtrului nu este foarte stabilă în timp, în special datorită bobinelor. Miezurile de ferită ale bobinelor îşi modifică în timp proprietățile (apare aşa-numitul fenomen de îmbătrânire) astfel încât forma caracteristicii A(f) se alterează.

Aceste dezavantaje au dus la înlocuirea practic în totalitate a filtrelor de FI în tehnologie LC cu filtre cu undă de suprafață SAW (Surface Acoustic Wave). Acestea prezintă mai multe avantaje comparativ cu filtrele LC:

a) caracteristică A(f) foarte precisă şi foarte stabilă în timp;
b) lipsa oricărui reglaj în fabrica de receptoare TV;
c) dimensiuni mici (suprafață mai mică de 0,5 cm^2).

Singurul dezavantaj al filtrelor SAW comparativ cu filtrele LC este atenuarea de inserție (atenuarea în banda de trecere) mai mare (aproximativ 15 - 25 dB) decât la filtrele LC. Această atenuare trebuie compensată printr-un câştig mai mare în frecvență intermediară înainte de filtrul SAW pentru a nu se altera factorul de zgomot al receptorului TV.

Ca urmare este absolut necesar un etaj de comandă înaintea filtrului SAW nu numai pentru adaptarea de impedanță şi compensarea atenuării filtrului, ci şi pentru menținerea unui anumit factor de zgomot al întregului receptor TV. Fără a intra în calcule foarte detaliate se poate spune că factorul de zgomot al unui lanț de recepție este determinat în principal de factorul de zgomot al primului etaj (în cazul receptorului TV, de către tuner).

Dacă în selectorul de canale se utilizează un circuit integrat pentru mixer şi oscilator local, atunci acesta conține şi un etaj amplificator de frecvență intermediară, de obicei cu ieşire simetrică, ce este utilizat pentru comanda directă a filtrului SAW.

Pentru conectarea într-un circuit a unui filtru SAW este foarte important să se cunoască impedanțele de intrare şi ieşire. Acestea depind puternic de frecvență, ceea ce face ca impedanțele pe care se închide filtrul la intrare şi la ieşire să aibă o influență puternică asupra proprietăților filtrului. Schema electrică echivalentă a unui filtru SAW din punct de vedere al impedanțelor de intrare şi ieşire este prezentată în fig.7.

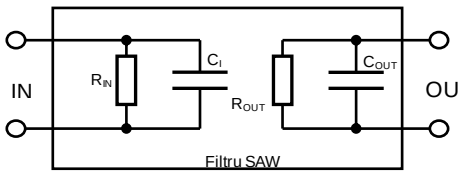


Fig. 7. Schema echivalentă la intrare şi ieşire pentru un filtru FUS

Valorile R_{IN} şi R_{OUT} (ca şi C_{IN} şi C_{OUT}) sunt, în general, diferite de la un filtru la altul, dar valorile tipice sunt cuprinse între 1 KΩ şi 3 KΩ pentru rezistențe şi 5 pF şi 20 pF pentru capacități.

Demodulatorul video realizează următoarele funcții:

- extrage semnalul video complex de culoare prin **demodulare sincronă de produs**;
- extrage semnalul de comandă pentru RAA şi CAF în funcție de amplitudinea semnalului video SVCC care se apreciază dupa nivelul pe durata stingerii pe linie;
- extrage semnalul de FI nemodulat a purtătoarei de imagine din semnalul FI modulat , necesar pentru realizarea demodulării sincrone de produs;

Pentru a înțelege modul de lucru al demodulatorului să considerăm semnalul de imagine modulat MA descris de relația

$(A_0 + u(t))\sin \omega_{ii}t$

unde u(t) este semnalul util;

Semnalul modulat este multiplicat cu purtătoarea nemodulată, adică $\sin \omega_{ii}t$, şi se obține:

$[(A_0 + u(t))\sin \omega_{ii}t] \sin \omega_{ii}t = [A_0 + u(t)]\sin^2 \omega_{ii}t = ½ [A_0 + u(t)](1 – \cos 2\omega_{ii}t) =$

$= ½ [A_0 + u(t)] – ½ [A_0 + u(t)] \cos 2\omega_{ii}t$

(3)

Semnalele obținute conform cu relația (3) sunt trecute printr-un condensator care elimină componenta continuă şi printr-un filtru trece jos cu banda de trecere de 6 MHz, care elimiă componenta cos $2\omega_{ii}t$ separându-se astfel semnalul util u(t) care în cazul nostru este tocmai SVCC.

Semnalul purtător nemodulat sin $\omega_{ii}t$ este extras din amplificatorul FI cu un circuit acordat pe frecvența 38,9 MHz, apoi amplificat şi limitat în amplitudine.

3.4.4. Partea de monitor TV

Schema structurală pentru partea de monitor a unui receptor TV este prezentată în fig.8.

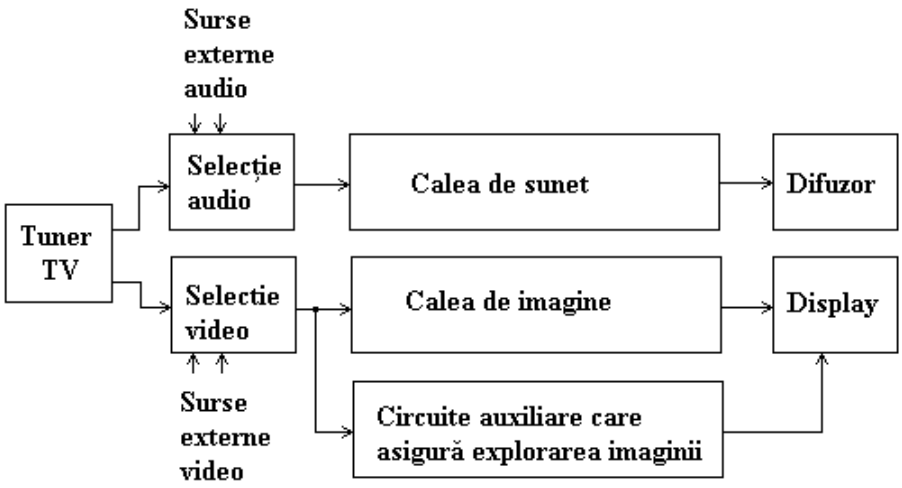


Fig.8. Structura unui monitor TV

3.4.4.1. Calea de sunet

Informația de sunet este conținută în semnalul de radiofrecvență din canalul TV şi anume ea este semnalul modulator (MF) al purtătoarei de sunet. Receptoarele TV funcționând pe principiul superheterodinei, oricare canal recepționat este convertit în frecvență intermediară. La demodularea video rezultă semnalul video complex color (SVCC) care

conține şi informația de sunet sub forma unei purtătoare MF de frecvență egală cu ecartul de frecvență între purtătoarea de imagine şi purtătoarea de sunet a canalului TV. Acest semnal este denumit în literatura de specialitate cea de-a doua frecvență intermediară sunet (FIS2).

Prin cale de sunet se înțelege partea de montaj care prelucrează semnalul de FIS2, de la separarea sa din SVCC până la transformarea energiei electrice de audiofrecvență (AF) în energie acustică (difuzor).

Schema bloc a etajului de FI sunet este prezentată în fig. 9..

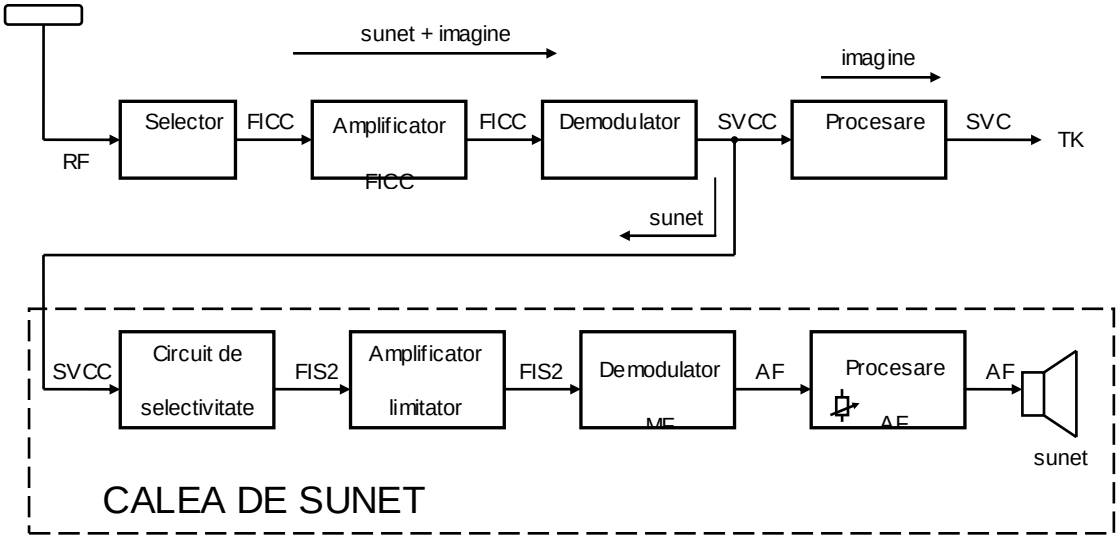


Fig.9. Calea de sunet într-un receptor TV

Circuitul de selectivitate asigură selectarea semnalului de frecvență intermediară sunet 2 din semnalul video complex color. Având în vedere normele de transmisie ale sunetului într-un canal TV, rezultă că respectivul circuit trebuie, în funcție de norma TV pe care este realizat receptorul, să fie acordat pe frecvențe diferite, cum ar fi:

- 4,5 MHz pentru norma M (America);
- 5,5 MHz pentru normele B,G/CCIR - Europa Centrală (şi România);
- 6 MHz pentru norma I – Marea Britanie;
- 6,5 MHz pentru normele D, K/OIRT – Europa de Est (țări foste socialiste).

Fizic aceste circuite de selectivitate sunt relizate în două moduri : cu circuite clasice LC sau cu filtre ceramice. Din cauza avantajelor tehnologice nete, utilizarea filtrelor ceramice în tehnica realizării receptoarelor TV color este aproape generalizată.

Amplificatorul-limitator de frecvență intermediară sunet 2 are ca rol realizarea unei amplificări foarte mari a semnalului de FIS2 pentru a i se putea asigura intrarea în limitare de la semnale foarte mici la intrarea de antenă (sunetul trebuie să fie bun chiar la semnale TV la care imaginea este abia perceptibilă pe fondul de zgomot).

În ultima vreme s-a impus demodulatorul MF în cuadratură datorită performanțelor sale superioare față de celelalte. Utilizarea lui a devenit posibilă numai după generalizarea utilizării circuitelor integrate la realizarea căii de sunet. Pentru funcționarea demodulatorului este necesară utilizarea altui filtru de selectivitate pe frecvența de FIS2 (circuit derivație LC sau filtru ceramic defazor, diferit de cel folosit la intrarea căii de sunet). Cu acest filtru se obține semnalul de FIS2, defazat în funcție de deviația de frecvență, care se aplică demodulatorului odată cu semnalul nedefazat.

Circuitele integrate pentru FI sunet cele mai utilizate sunt TBA 120(U, S, T), TDA 8305, TDA 8362, LA 7520, TA 7680 etc.

3.4.4.2. Calea de imagine

Structura de principiu, Fig.10. , prevede o cale pentru semnalul de luminanță şi alta pentru semnalul de crominanță, după care se refac cele trei semnale primare de culoare E_R, E_G, E_B cu care se atacă display-ul.

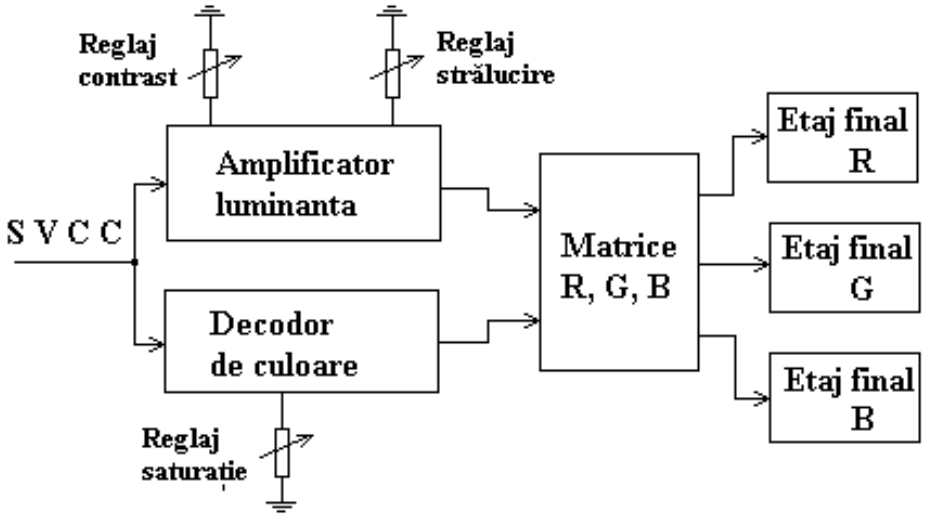


Fig.10. Calea de imagine dintr-un receptor TV color

Amplificatorul de luminanță

Amplificatorul de luminanță este destinat extragerii semnalului de luminanță Y din semnalul video complex color, întârzierii semnalului Y în scopul asigurării unei coincidențe temporale cu semnalele diferență de culoare, amplificării precum şi prelucrării ulterioare a acestui semnal.

Amplificatorul de luminanță conține, de asemenea, un circuit de reglaj al contrastului precum şi un circuit de limitare automată a curentului de fascicul. Refacerea componentei continue a semnalului de luminanță se realizează cu ajutorul circuitului de axare, care poate prelua şi funcția de reglaj a strălucirii imaginii redate.

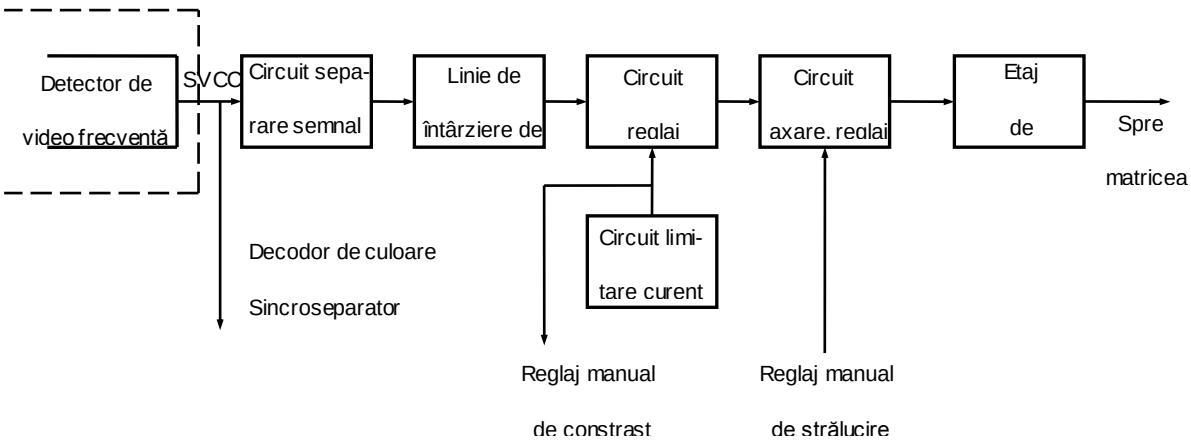


Fig.11. Amplificatorul de luminanță

Deoarece la intrarea amplificatorului de luminanță se află, pe lângă semnalul de luminanță, semnalul de crominanță şi frecvența intermediară sunet, acestea din urmă trebuie să fie suprimate. Suprimarea semnalului FI sunet este asigurată de filtre opreşte bandă (LC derivație sau filtru ceramic), iar în cazul semnalelor de crominanță problema este rezolvată printr-un compromis, deoarece aceste semnale se află în interiorul benzii de frecvență a semnalului de luminanță (se utilizează un circuit rezonant serie). Prin urmare, un circuit care realizează o suprimare puternică a semnalului de crominanță, reduce şi o parte a spectrului semnalului de luminanță Y (din această cauză atenuarea semnalelor de crominanță se face cu cel mult 20 dB).

În sistemele de televiziune în culori se foloseşte semnalul de luminanță de forma:

$$Y = 0,30R + 0,59G + 0,11B \quad (4)$$

Semnalul de luminanță şi semnalele diferență de culoare R-Y, respectiv B-Y, suferă prelucrări diferite, motiv pentru care aceste semnale suferă întârzieri diferite.Prin urmare, dacă nu s-ar utiliza un mod de a compensa decalajul în timp apărut între Y şi R-Y, respectiv B-Y pe ecranul receptorului TV culorile ar fi deplasate față de imaginea alb-negru. Din acest motiv, pentru realizarea corectă a coincidenței în timp, semnalul de luminanță este întârziat în mod artificial, cu ajutorul unui filtru trece jos, numit linie de întârziere (ce introduce o întârziere de 270-500 ns), în funcție de schema decodorului de culoare.

Reglajul contrastului imaginii redate pe ecranul receptorului TV se realizează prin variația amplitudinii semnalului Y sau a amplitudinii celor trei semnale primare R, G, B care atacă tubul cinescop. În ambele cazuri, reglajul contrastului implică reglarea amplificării amplificatorului de luminanță. În cele mai multe cazuri, tensiunea de comandă a circuitului de reglaj al contrastului este suma unei tensiuni reglate manual, de către telespectator, şi a unei tensiuni care rezultă din circuitul de limitare automată a curentului de fascicul al tubului cinescop.

La ieşirea amplificatorului de luminanță, semnalul Y va fi supus unei ultime amplificări, unde se va efectua inserarea unui nivel constant, independent de reglajul de strălucire, numai pe durata intervalului de stingere a semnalului, acest procedeu fiind necesar din următorul motiv: axarea comandată pe un nivel de negru reglabil, dar constant față de conținutul imaginii redate, ar atrage după sine faptul că în cazul unui reglaj în sensul strălucirii mai mari, când porțiunile negre devin gri, deci nivelul de negru numai asigură blocarea tubului cinescop, este posibil să se observe pe ecran intervalele de stingere linii sau cadre ale SVCC; prin urmare, fără a se modifica nivelul de negru al semnalului în partea activă a liniilor TV, nivelul din porțiunea de stingere va fi fixat la o valoare

constantă, medie, în jurul căreia se va modifica nivelul de negru al semnalului reglat. Este important, ca acest nivel de inserție din intervalul de stingere să asigure blocarea tubului cinescop pe duratele corespunzătoare.

Decodorul de culoare

Rolul decodorului de culoare într-un receptor TV în culori constă în extragerea din semnalul video complex color SVCC a semnalului de crominanță complex SCC şi prelucrarea lui prin operații de matriciere, comutare, demodulare şi amplificare în vederea obținerii semnalelor diferență de culoare necesare funcționării matricii RGB.

Decodoarele de culoare pentru cele trei sisteme – NTSC, PAL, SECAM – au următoarele trăsături comune:

- extragerea semnalului SCC se face prin circuite selective;
- demodularea se face cu două demodulatoare separate, corespunzătoare celor două semnale de crominanță transmise (R-Y şi B-Y);
- telespectatorul are posibilitatea de a regla amplitudinea semnalelor video diferență de culoare prin comenzi accesibile de saturație şi contrast;
- blocarea automată a culorii în situațiile când semnalul recepționat este alb-negru sau pe alt sistem decât cel pentru care este proiectat decodorul, când semnalul scade sub un anumit nivel la intrarea decodorului sau televizorul nu e acordat corect pe canal;
- nivelul semnalului SVCC la intrare este cuprins între 1 - 4 V_W;
- semnalele diferență de culoare la ieşire au amplitudinile între 0.5 – 4 V_W şi un raport între ele bine definit.

Receptoarele TV color sunt construite pe una sau mai multe norme. Majoritatrea receptoarelor vândute în România sunt bisistem PAL-SECAM, comutarea între cele două sisteme făcându-se automat.

Matricea RGB

La ieşirea decodorului de culoare sunt disponibile semnalele diferență de culoare R-Y şi B-Y, iar la ieşirea amplificatorului de luminanță avem semnalul de luminanță.

Cel de-al treilea semnal diferență de culoare, G-Y, se obține conform relației matematice:

$$G-Y=-0{,}51(R-Y)-0{,}19(B-Y) \tag{5}$$

Semnalele primare de culoare R, G, B se obțin din însumarea semnalelor diferență de culoare cu semnalul de luminanță:

$$\begin{aligned}(R-Y)+Y&=R\\(B-Y)+Y&=B\\(G-Y)+Y&=G\end{aligned} \tag{6}$$

Astfel, funcțiile circuitului de matriciere RGB sunt:

- preamplifică semnalele diferență de culoare şi semnalul de luminanță;
- obține semnalul diferență de culoare G-Y;
- matriciază (calculează) semnalele pentru obținerea semnalelor primare de culoare;
- amplifică semnalele R, G, B până la nivelul impus de atacul etajelor finale de videofrecvență;
- permite reglarea independentă a nivelelor de negru a celor trei semnale de culoare, pentru reglarea corectă a tensiunilor de tăiere ale celor trei tunuri electronice;
- permite reglarea independentă a amplitudinilor semnalelor de culoare în vederea ajustării corecte a nivelului de alb pe ecranul tubului cinescop color.

În principiu, semnalele care atacă tubul cinescop color trebuie să-şi păstreze constante nivelele de negru, independente de reglajele de contrast, de strălucire, de variațiile de temperatură sau de variațiile tensiunilor de alimentare. Practic, se constată că deriva simultană, în acelaşi sens a nivelelor de negru, nu deranjează atât de mult (ca efect, se modifică strălucirea imaginii) cât derivele relative, care duc la modificarea nuanțelor zonelor întunecate ale imaginilor. Nivelele de

negru ale semnalelor ce atacă circuitul de matriciere sunt corect „fixate” de circuitele de axare. Circuitul de matriciere şi etajele finale de videofrecvență nu trebuie să afecteze stabilitatea acestor nivele.

La receptoarele TV moderne, semnalele R, G, B (interne) de la ieşirea matricii se multiplexează cu semnale externe R, G, B într-un circuit de comutare rapidă, asigurându-se astfel afişajul pe ecran al reglajelor şi funcțiilor receptorului TV (OSD – On Screen Display).

Amplificatoarele finale de videofrecvență

Cele trei amplificatoare finale video trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

a) amplificare a semnalelor RGB de la nivelul de ieşire din matricea RGB (1-5 V_W) la nivelele de ordinul 80 – 100 V_W pentru atacul tubului cinescop color pe catozi;
b) bandă largă egală cu banda semnalelor RGB de ordinul a 5 MHz;
c) timp de creştere de valoare redusă pentru redarea corectă a salturilor de semnal având în vedere faptul că lucrează pe o sarcină capacitivă (capacitatea tubului cinescop);
d) consum cât mai mic de energie;
e) posibilitatea reglării punctului de negru şi a punctului de alb al tubului cinescop color.

Inițial, s-au utilizat în receptoarele de televiziune în culori, scheme de amplificare în clasă A care sunt simple dar au un consum relativ mare de energie de la sursa de alimentare.

În prezent, se utilizează în majoritatea receptoarelor TV scheme de amplificatoare în clasă AB cu sarcină activă, care au un consum de energie mai redus şi permit să se obțină o bandă de frecvențe de 5 MHz fără bobine de corecție.

3.4.4.3. Circuitele care asigură explorarea imaginii de televiziune

În cele ce urmează se va detalia construcția şi funcționarea circuitelor care asigură explorarea imaginii în cazul receptoarelor TV cu tub cinescop color (CRT).

Sincroseparatorul extrage impulsurile de sincronizare linii si cadre, S_H şi $S_{V,}$ din SVCC în scopul asigurării unei sincronizări cât mai bune a generatoarelor de baleiaj.

Separarea semnalului de sincronizare din semnalul video complex color se realizează prin separarea în durată a impulsurilor. Cerințele impuse etajului de separare a semnalelor de sincronizare sunt următoarele:

- separarea impulsurilor de sincronizare trebuie să fie independentă de conținutul de imagine;
- impulsurile perturbatoare nu trebuie să introducă erori în separare;
- amplitudinea impulsurilor separate trebuie să fie constantă, atât pentru nivele de semnal variabile la intrarea receptorului TV, cât şi pentru conținuturi diferite de imagine.

Din semnalul de sincronizare complex S_{H+V} se separă prin integrare semnalele de sincronizare pe verticală $S_{V,}$ acestea având durata mult mai mare, față de durata impulsurilor de sincronizare pe orizontală S_H.

Semnalul de sincronizare pe verticală S_V se trimite etajului de baleiaj pe verticală pentru sincronizarea oscilatorului de baleiaj vertical.

Semnalul de sincronizare pe orizontală S_H se trimite etajului de baleiaj pe orizontală pentru sincronizarea oscilatorului de baleiaj orizontal.

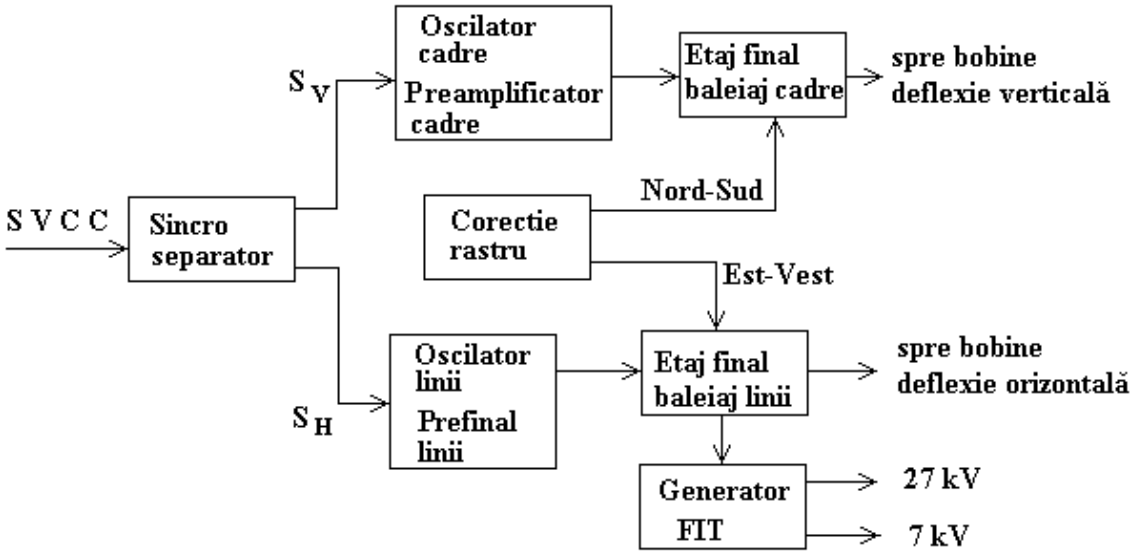


Fig.12. Circuitele care asigură explorarea imaginii în receptorul TV cu tub CRT

Pentru sincronizarea oscilatorului de baleiaj pe orizontală se utilizează o buclă PLL ce conține: un comparator de fază, un filtru trece-jos şi un oscilator comandat în tensiune.

În comparatorul de fază se compară impulsurile de sincronizare S_{H+V} cu impulsuri de întoarcere de la etajul final de baleiaj pe orizontală. Dacă între cele două impulsuri nu există o corespondență exactă în timp, atunci la ieşirea comparatorului de fază va rezulta o tensiune de eroare care, după filtrare în filtrul trece-jos al buclei PLL, se va aplica oscilatorului comandat în tensiune. Bucla PLL nu se închide la ieşirea oscilatorului ci cuprinde şi etajul prefinal de linii şi etajul final de linii.

Oscilatorul şi preamplificatorul cadre trebuie să genereze o tensiune de ieşire liniară variabilă (în dinte de fierăstrău) cu o corecție în "S" datorită ecranului plat. Această tensiune se va aplica apoi etajului final şi bobinelor de deflexie pe verticală ce se comportă practic rezistiv la frecvența câmpurilor (50 Hz sau 60 Hz), astfel încât curentul prin bobină va avea aceeaşi formă cu tensiunea aplicată.

Etajul final de baleiaj cadre are rolul de a amplifica tensiunea generatorului în dinte de fierăstrău şi de a o aplica bobinelor de deflexie pe verticală prin care trebuie să circule un curent de aproximativ 1–2 A_{VV}.

În serie cu bobinele de deflexie pe verticală se montează o rezistență de reacție de valoare mică (0,47-1Ω) de la bornele căreia se culege o tensiune de reacție cu aceeaşi formă, cu a curentului de baleiaj vertical. Această tensiune se aplică prin circuitele de reacție la intrarea amplificatorului final de baleiaj pe verticală şi în acest mod se obține un curent de baleiaj pe verticală (pe cursa directă) cu liniaritate foarte bună.

Oscilatorul linii si prefinalul linii generează impulsurile necesare pentru atacul etajului final linii. Se subliniază ideea că etajul final linii este comandat cu impulsuri dreptunghiulare de durată de aproximativ 30µs având o poziție corect stabilită comparativ cu poziția impulsurilor S_H (se spune „având faza corect stabilită").

În concluzie, pentru realizarea unei funcționări corecte, oscilatorul linii conține două bucle de reglaj:

- buclă PLL care reglează **frecvența f_H** a oscilațiilor proprii în sensul de a asigura sincronismul oscilațiilor proprii cu impulsurile de sincronizare linii recepționate, S_H;
- a doua buclă de reglaj care reglează **faza oscilațiilor proprii** astfel încât cursa de întoarcere din receptor să coincidă exact porțiunea impulsului de stingere din semnalul video complex recepționat;

Prima buclă de reglare constă în bucla PLL ce conține: un comparator de fază, un filtru trece-jos şi un oscilator comandat în tensiune.

În comparatorul de fază se compară impulsurile de sincronizare S_{H+V} cu impulsuri de întoarcere de la etajul final de baleiaj pe orizontală. Dacă între cele două impulsuri nu există o corespondență exactă în timp, atunci la ieşirea comparatorului de fază va rezulta o tensiune de eroare

care, după filtrare în filtrul trece-jos al buclei PLL, se va aplica oscilatorului comandat în tensiune.

A doua buclă de reglaj controlează şi corectează poziția relativă, în timp, a impulsurilor generate de oscilator şi a impulsurilor generate de cursa întoarcere provenite de la etajul final de baleiaj linii, preluată exact de pe bobinele de baleiaj. Tensiunea rezultată din această comparare se aplica etajului defazor care corectează faza semnalului. Aceasta buclă cuprinde şi etajul final linii astfel încât reglajul de fază să țină cont şi de întârzierile specifice tranzistorului de comutație.

Din cauza faptului că etajele descrise nu pot furniza curentul de atac necesar pentru etajul final de baleiaj linii se intercalează un etaj prefinal (denumit *driver*).

Etajul final de baleiaj linii este comandat cu impulsuri dreptunghiulare şi generează curentul în formă de dinte de ferăstrău care trece prin bobinele de deflexie pe orizontală.

Se compune dintr-un tranzistor de putere funcționând în comutație care comandă un circuit oscilant cu o construcție specifică ce are în structura sa şi bobinele de deflexie pe orizontală precum şi un transformator care lucrează pe frecvența linii f_H şi este construit pe miez de ferită (denumit *transformator de linii*).

Din cauza modului special de realizare a corecției de rastru (distorsiuni tip “pernă”) în TV color este necesar ca forma curentului în dinte de fierăstrău să fie modulată cu un semnal de frecvența cadrelor, format în mod special in acest scop (corecție EST-VEST).

Generatorul de foarte înaltă tensiune(FIT) furnizează tensiunea necesară alimentării anodului tubului cinescop în culori, obținută prin redresarea impulsurilor de întoarcere linii, extrase din secundarul transformatorului de linii.

Din secundarul transformatorului linii se obține o tensiune pulsatorie care este folosită pentru circuitul de generare a tensiunii foarte înalte (FIT); cerințele specifice acestei tensiuni sunt : o tensiune de 27 kV şi un curent de 2 mA.

Tot generatorul de FIT este cel care furnizează şi tensiunea de focalizare(4 - 7kV).

De asemenea, din alte secundare ale aceluiaşi transformator linii se culeg tensiuni folosite pentru alimentarea tubului cinescop , pentru alimentarea unor circuite din TV ca circuitul de RAA, circuitul decodor de culoare, amplificator de luminanță, circuitul de reglare a nivelului de negru, comparatorul de fază pentru sincronizarea oscilatorului de linii ş.a.

Din acest motiv, etajul final linii împreună cu alimentările asigurate de acesta prin intermediul transformatorului linii reprezintă peste 50% din consumul energetic al întregului receptor TV.

Circuitul de limitare a curentului de fascicul este impus de unele particularități ale tubului cinescop in culori. Acesta din urmă funcționează cu un curent de fascicul care rezultă din polarizarea electrozilor şi din semnalul de comandă al acestuia. Pe de alta parte, fabricantul de tuburi cinescop indică un curent de fascicul maxim, utilizabil în regim permanent. Acest curent nu trebuie sa fie depaşit în funcționarea TV-ului, din motive de protecție a tubului, cât şi din caza faptului că la curenți de fascicul mari scade focalizarea imaginii redate. Practic s-a dovedit că cel mai adecvat mod de a limita curentul de fascicul este limitarea automată a nivelului de alb, deci al contrastului imaginii . Generatorul de FIT va furniza o tensiune de reglaj care este strict dependentă de curentul de fascicul. Aceasta urmează să fie aplicată circuitului de reglaj al contrastului prin intermediul circuitului de limitare automată al curentului de fascicul. Acest circuit trebuie să îndeplinească condițiile: să nu influențeze deloc contrastul pentru curenți de fascicul mici şi să reducă contrastul dacă curentul de fascicul trece de un anumit prag. Precizăm că şi în condițiile reducerii contrastului de către circuitul de limitare automată a curentului de fascicul, reglajul manual de contrast poate fi utilizat normal de către telespectator, contrastul maxim obtenabil fiind însă mai mic, în funcție de curentul de fascicul.

Circuitele de corecție de rastru modifică forma curenților de deflexie linii şi cadre în scopul compensării distorsiunilor de rastru care sunt distorsiuni geometrice de tip pernă.

Concret, circuitul de corecție modulează în amplitudine curentul în dinte de ferăstrău care parcurge bobinele de deflexie.

Corecția aplicată baleiajului orizontal se numeşte corecție Est-Vest iar cea aplicată baleiajului vertical se numeşte corecție Nord-Sud.

Circuitele de convergență sunt specifice televizorului în culori, modul lor de realizare şi funcționare fiind dictat de tipul cinescopului utilizat.

Corecția erorilor de convergență, deci a erorilor de incidență a celor trei fascicule de electroni într-un punct comun se realizează cu ajutorul unor magneți permanenți, precum şi cu ajutorul unor electromagneți, dispuşi în jurul gâtului tubului cinescop, cu posibilitatea de a acționa asupra fiecărui fascicul de electroni în parte.

3.4.4.5. Blocul de alimentare

Circuitul de alimentare utilizat în receptorul TV depinde de conceptul electric si constructiv al televizorului, de tubul cinescop şi de circuitele aferente, de componentele utilizate precum şi de performanțele necesare pentru acest circuit.

Indiferent de varianta utilizată, se pot preciza următoarele condiții pentru un circuit de alimentare utilizat într-un televizor în culori:

- Randamentul circuitului de alimentare trebuie să fie foarte bun (se tinde spre 75 %) . In acest caz, puterea absorbită de le rețea pentru întregul televizor va fi mai mică şi componentele electronice din blocul de alimentare vor fi mai puțin încărcate. Tensiunile vor fi furnizate la valori cât mai apropiate de valorile necesare pentru alimentarea fiecărui etaj în parte, fie că vor fi obținute direct de la blocul de alimentare, fie că vor fi obținute de la baleiajul orizontal prin intermediul unor circuite de alimentare auxiliare.

- Tensiunile de alimentare să fie stabilizate la variații ale tensiunii de alimentare de la rețea de cel puțin – 20 % … + 10 %.
- Circuitul să asigure separarea galvanică a televizorului față de rețea, ceea ce înseamnă că între rețea şi şasiu va fi intercalat un transformator separator.
- Alimentatorul va furniza la pornirea televizorului în culori curentul de demagnetizare a părților metalice ale tubului cinescop.
- Circuitul de alimentare trebuie să fie protejat la suprasarcini. Nu este permis ca alimentatorul să se defecteze din cauza unor alte defecte din televizor care supraîncarcă alimentatorul.
- Alimentatorul trebuie să fie astfel conceput încât să fie adecvat pentru utilizarea diferitelor tipuri de tuburi cinescop în culori utilizate pe acelaşi şasiu de televizor.

4. **Echipamente utilizate**

Receptor TV, generator miră cu modulator RF.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Să cunoască particularitățile canalului RF de televiziune;
- Să cunoască şi să identifice structura de principiu a unui receptor TV.
- Să cunoască, să identifice şi să analizeze funcționarea principalelor blocuri funcționale ale unui receptor TV.

7. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa receptoarele TV existente într-un studio TV, modul în care sunt folosite şi se vor efectua diverse scenarii de funcționare asupra lor.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 10

LP-10. Microfonul acustic

1. Tema lucrării

Microfonul acustic

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal cunoaşterea parametrilor microfoanelor acustice precum şi a tipurilor de microfoane.

3. Descrierea lucrării de practică: „Microfonul acustic”

3.1. Noțiuni introductive

Microfonul este un dispozitiv acustic, care realizează conversia energiei acustice a sunetului intr-un semnal electric analogic, pe baza unui element numit traductor, fără modificarea conținutului informației acustice. În acest scop, pentru cazul capturării unor sunete de nivel normal, microfonul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să producă un semnal electric suficient de mare în comparație cu propriul semnal de zgomot;
- să furnizeze un semnal de ieşire nedistorsionat;
- să nu perturbe prin prezența sa câmpul sonor în care a fost introdus.

Principiile constructive, de funcționare, parametrii si caracteristicile microfoanelor sunt aceleaşi atât pentru microfoanele monofonice cât şi pentru cele stereofonice, capsulele acestora fiind identice. Ultima condiție pe care trebuie să o îndeplinească un microfon, din lista prezentată anterior, impune anumite condiții privitoare la geometria şi dimensiunile sale. Această cerință este generată de fenomenele de difracție a undei sonore, observate la interacțiunea acesteia cu un obstacol (în acest caz, cu microfonul). Din studiile realizate privitor la forma carcasei microfonului reiese că, la aceleaşi dimensiuni, sfera dă cel mai mic efect de difracție, motiv pentru care microfoanele de calitate au formă sferică.

Microfoanele diferă unele față de altele prin traductorul utilizat, care este elementul constructiv ce controlează modul în care vibrațiile aerului sunt convertite în semnal electric. Elementul contructiv care capturează sunetul este diafragma, care prezintă o mişcare de vibrație care depinde de acțiunea undelor sonore ale sunetului capturat. Diametrul diafragmei trebuie să corespundă condițiilor de minimă difracție, care impun o arie cât mai mică a acesteia, dar întrucât micşorarea ariei diafragmei conduce la reducerea sensibilității microfonului (unul din principalii parametri ai acestuia), se realizează un compromis între cele două cerințe contradictorii.

3.2. Parametrii microfoanelor

Performanțele microfonului sunt caracterizate de un set de parametri calitativi, care constituie date importante pentru utilizarea acestora în instalațiile de captare a sunetului. Principalii parametri ai microfoanelor sunt:

- sensibilitatea microfonului,
- caracteristica de frecvență,
- impedanța internă,
- distorsiunile de neliniaritate,
- zgomotul microfonului,
- caracteristica de directivitate,
- diagrama de polaritate.

Sensibilitatea microfonului

Tensiunea electrică care apare la bornele microfonului este proporțională cu presiunea sonoră exercitată asupra membranei, respectiv cu viteza particulelor de aer care antrenează membrana. Sensibilitatea se defineşte ca raportul dintre tensiunea electrică furnizată de microfon, exprimată în milivolți şi presiunea sonoră excitatoare, exprimată în microbari:

$$sensibilitate = \frac{V\ [milivolt]}{P\ [microbar]} \quad (1)$$

Caracteristica de frecvență

Sensibilitatea microfonului variază cu frecvența sunetelor. Caracteristica de frecvență reprezintă un grafic al curbei de variație a sensibilității cu frecvența sunetului, de tipul celui prezentat în Figura 1.

O variantă a reprezentării caracteristicii de frecvență constă în indicarea abaterilor sensibilității, exprimată în decibeli, față de sensibilitatea microfonului la frecvența de 1kHz.

Caracteristica din Figura 1 furnizează informații despre sensibilitatea microfonului în funcție de frecvența undei sonore. Astfel, în jurul valorii de 5kHz a sunetului original, sunetul semnalului generat de către microfon este amplificat, în timp ce, pentru valori ale frecvenței mai mici de 100Hz, respectiv mai mari de 10kHz ale sunetului original, sunetul semnalului generat de către microfon este atenuat, față de sunetul original.

În mod ideal, graficul caracteristicii de frecvență a microfonului trebuie să fie neted, astfel încât microfonul respectiv să fie la fel de sensibil în întreg domeniul de valori al benzii sale de frecvență, ceea ce ar permite o reprezentare fidelă a sunetului original. Deşi, după cum se observă şi din Figura 1, graficul caracteristicii de frecvență a microfonului nu este neted în realitate, există situații practice în care o astfel curbă a graficului caracteristicii de frecvență poate fi benefică. Un astfel de exemplu poate fi cazul unui microfon a cărui caracteristică de frecvență amplifică armonicile din spectrul de frecvență al vocii umane în detrimentul zgomotelor de joasă frecvență prezente într-un studio de televiziune. Un astfel de microfon este util în cazul în care este destinat captării vocii umane, dar este contraindicată utilizarea sa în cazul captării sunetului produs de un intrument care generează sunete de frecvență joasă, cum ar fi de exemplu chitara bas sau toba.

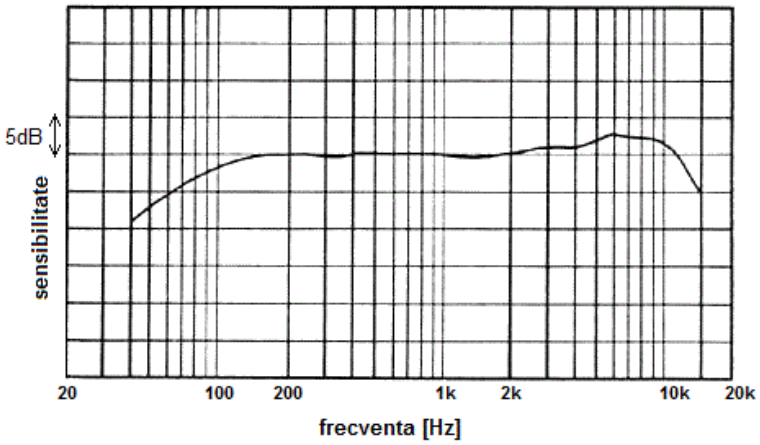


Fig.1. Caracteristica de frecvență a unui microfon.

Impedanța internă

Valoarea impedanței interne a microfonului depinde de tipul constructiv şi de principiul de funcționare ale acestuia. În majoritatea cazurilor, impedanța internă a microfonului este chiar impedanța de ieşire a acestuia. În funcție de valoarea impedanței interne a microfonului, se stabileşte lungimea admisibilă a cablului de legătură dintre acesta şi preamplificator, care nu afectează calitatea semnalului (lungimea cablului care nu reduce semnificativ valoarea raportului semnal-zgomot). Astfel, la microfoanele cu impedanță internă mică, se poate conecta un cablu de legătură mai lung, iar la cele cu impedanță internă mare, un cablu de legătură mai scurt.

În funcție de valoarea impedanței interne a microfonului, acestea se împart în trei categorii şi anume:

- microfoane de impedanță mică: valori mai mici de 600Ω,
- microfoane de impedanță medie: valori cuprinse în intervalul 600Ω÷10kΩ,
- microfoane de impedanță mare: valori mai mari de 10kΩ.

Microfoanele de impedanță mare nu pot fi conectate la cabluri de lungime mare, deoarece pentru cabluri de lungime mai mare decât câțiva metri, calitatea redării sunetului original de către acest tip de microfoane se reduce. Din acest motiv, se preferă utilizarea microfoanelor de impedanță mică. Microfoanele performante au o impedanță internă de valori inferioare valorii de 200Ω.

Distorsiunile de neliniaritate

În afară de microfoanele cu cărbune, toate microfoanele au distorsiuni relativ mici, acestea indicându-se în general ca factor de distorsiuni la presiuni foarte mari.

Zgomotul microfonului

Zgomotul microfonului poate fi observat în cazul în care acesta este plasat într-un mediu complet liniştit (presiunea acustică este nulă), caz în care, în mod ideal, semnalul electric (tensiunea) furnizată la bornele microfonului respectiv trebuie să fie zero volți. În realitate se constată că la bornele microfonului este furnizată o tensiune de valoare mică, datorată unor surse interne de zgomot, care se raportează la sensibilitatea microfonului şi se exprimă în decibeli. Pentru microfoanele de calitate raportul respectiv trebuie să fie cel puțin 60dB.

Caracteristica de directivitate

Această caracteristică se urmăreşte pe anumite grafice ale microfonului, denumite diagrame polare. În diagramele polare, microfonul este figurat în centrul acestora, cu fața spre diviziunea de 0^0, spatele corespunzând diviziunii de 180°. Pe diagrama polară a microfonului sunt trasate o serie de cercuri concentrice aflate la distanțe egale. În setul de cersuri astfel desenat, cercul exterior reprezintă curba de sensibilitate maximă, iar centrul figurii reprezintă punctul de sensibilitate nulă.

Caracteristica de directivitate a microfonului furnizează informații despre sensibilitatea acestuia la sursele sonore prezente în mediul înconjurător, în funcție de direcția din care acestea provin.

3.3. Tipuri de microfoane

Clasificarea microfoanelor poate fi realizată în funcție de două criterii principale şi anume: caracteristica de directivitate, respectiv tipul traductorului utilizat în microfon.

3.3.1. Clasificarea microfoanelor în funcție de caracteristica de directivitate

Diagramele polare înlesnesc alegerea tipului de microfon şi sugerează amplasamentul optim al acestuia față de sursa sonoră.

În funcție de diagrama polară, microfoanele se împart în mai multe tipuri

şi anume:

- microfon omnidirecțional,
- microfon subcardioid,
- microfon cardioid,
- microfon supercardioid,
- microfon hypercardioid,
- microfon bidirecțional,
- microfon shotgun.

În Figura 2 sunt prezentate diagramele polare ale tuturor tipurilor de microfoane enumerate.

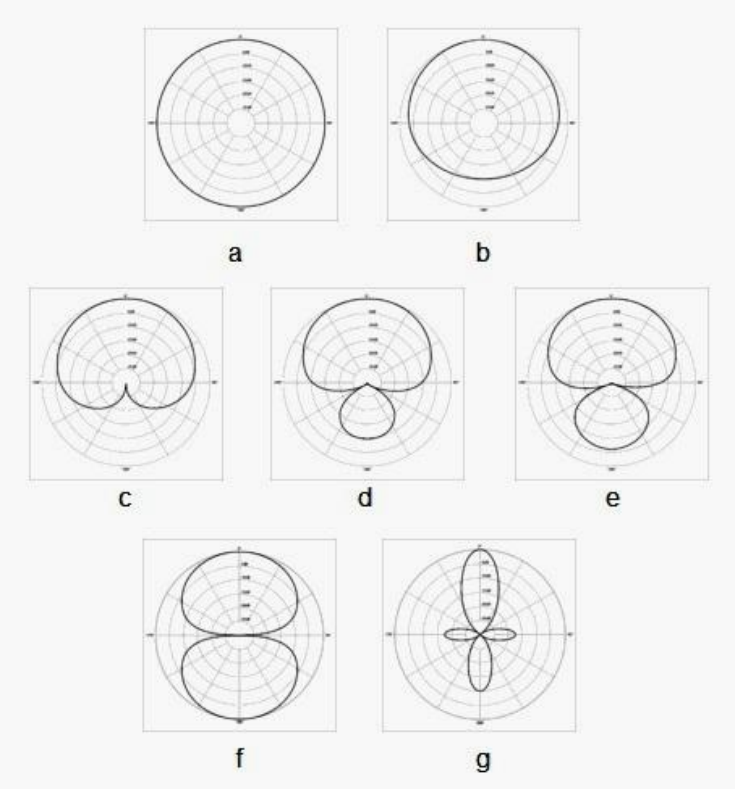


Fig.2. . Diagramele polare ale microfoanelor:

a. omnidirecțional; b. subcardioid; c. cardioid; d. supercardioid; e. hypercardioid; f. bidirecțional; g. shotgun.

3.3.2. Clasificarea microfoanelor în funcție de tipul traductorului utilizat

Într-un microfon, traductorul reprezintă dispozitivul utilizat pentru conversia undei sonore într-un semnal electric, reprezentat prin intermediul unei tensiuni analogice. Există mai multe tipuri de traductoare, care utilizează procedee diferite în procesul de conversie. În funcție tipul traductorului utilizat, microfoanele se împart în trei categorii principale şi anume:

- microfonul dinamic,
- microfonul cu bandă,
- microfonul cu condensator.

Microfonul dinamic

Structura microfonului dinamic este prezentată în Figura 3. Microfonul dinamic este compus dintr-o bobină circulară mobilă ataşată unei diafragme din material plastic, suspendată între doi poli magnetici generați de un magnet permanent. La captarea unei unde sonore de către microfon, diafragma acestuia vibrează provocând deplasarea bobinei mobile în câmpul magnetic indus de către magnetul permanent al microfonului. Prin deplasarea bobinei mobile în câmpul magnetic, corelată cu vibrațiile diafragmei provocate de undele sonore capturate, microfonul generează o tensiune electromotoare analogică, ca rezultat al procesului de conversie a informației acustice în informație electrică, fără modificarea conținului informației originale, reprezentate de informația acustică.

Sensibilitatea microfonului dinamic este cuprinsă în intervalul de valori [0,1÷0,2] [mV/μbar], iar nivelul tensiunii de ieşire este mic, fiind cuprins în intervalul de valori [0,1÷0,5][mV], ceea ce face necesară conectarea după aproximativ 2 metri de cablu electric a unui preamplificator. Caracteristica de frecvență a microfonului dinamic diferă în funcție de calitatea acestuia, banda de frecvență a unui microfon de calitate superioară fiind de aproximativ [60Hz÷16 kHz], cu o abatere de ±4[dB]. Distorsiunile acestui tip de microfon nu depăşesc 2%, iar, în cazul microfoanelor de calitate superioară distorsiunile ajung la valori de [0,5÷1,5]% în banda de frecvență dată.

În general, microfonul dinamic este fiabil, ieftin şi slab afectat de zgomotele acustice.

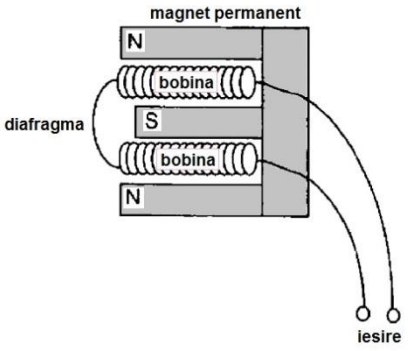


Fig.3. Structura microfonului dinamic (cu bobină mobilă).

Microfonul cu bandă

Structura microfonului cu bandă este prezentată în Figura 4. Microfonul cu bandă este compus dintr-o folie gofrată, foarte subțire, de aluminiu, plasată în câmpul magnetic generat de doi poli magnetici ai unui magnet permanent. La captarea unei unde sonore de către microfon, folia de aluminiu, ca răsuns la presiunea aerului, vibrează în câmpul magnetic al magnetului permanent şi generează astfel un curent variabil printr-o bobină fixă. La terminalele bobinei fixe se furnizează o tensiune analogică, ca rezultat al procesului de conversie a informației acustice în informație electrică, fără modificarea conținului informației originale, reprezentate de informația acustică.

Nivelul tensiunii generate pe bobina fixă este foarte mic, din acest motiv, bobina respectivă este utilizată ca primar al unui transformator de tenisune, încorporat în microfon. Rolul transformatorului este, pe de o parte de a ridica în secundar nivelul tensiunii, iar pe de altă parte, de a realiza adaptarea impedanței interne foarte mici a microfonului la impedanța cablului electric conectat la microfonul respectiv, în scopul evitării pierderilor de tensiune la ieşirea microfonului. Transformatoarele de microfon utilizate au în general un raport de transformare de 1/45, ceea ce permite obținerea unei impedanțe de ieşire de valoare aproximativ egală cu 200Ω.

Sensibilitatea microfonului cu bandă este în jurul valorii de 0,1[mV/μbar]. Banda de frecvență a microfoanelor de calitate superioară

este în domeniul de valori [30H÷16kHz], cu o abatere de ±4dB, iar distorsiunile sunt cuprinse între 0,5…1,5%.

Microfonul cu bandă produce o amplificare a armonicilor de frecvență joasă, motiv pentru care este preferat de către mulți crainici de radio şi televiziune. De asemenea, această carateristică a microfonului cu bandă permite favorizarea instrumentelor muzicale care generează sunete în domeniul frecvențelor joase (chitara bas, tobe, etc).

Microfonul cu bandă este în general scump, fiind în vârful ierarhiei microfoanelor profesionale, datorită caracteristicilor sale.

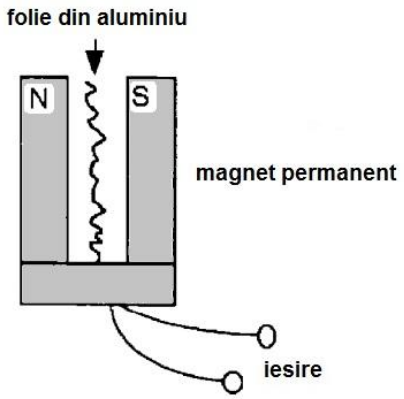


Fig.4. Structura microfonului cu bandă.

Microfonul cu condensator

Structura microfonului cu condensator este prezentată în Figura 5. În acest caz, traductorul microfonului este un condensator compus dintr-o armătură mobilă, reprezentată de către diagrama microfonului, respectiv o diagramă fixă. La captarea unei unde sonore de către microfon, diafragma acestuia vibrează şi astfel modifică distanța dintre armături, în funcție de unda sonoră capturată. Modificarea distanței dintre armăturile condensatorului determină modificarea capacității electrice a acestuia, în funcție de sunetul capturat.

Pentru generarea semnalului electric, microfonul include în structura sa un circuit pasiv simplu, compus din condesatorul traductor, înseriat cu un rezistor al cărei rezistență electrică este de valoare foarte mare (aproximativ 1MΩ). Circuitul respectiv este alimentat de la o sursă de tensiune continuă, care este reprezentată fie de o baterie internă

microfonului, fie este furnizată de la mixerul audio, sub forma unei tensiuni de alimentare denumită “tensiune fantomă”.

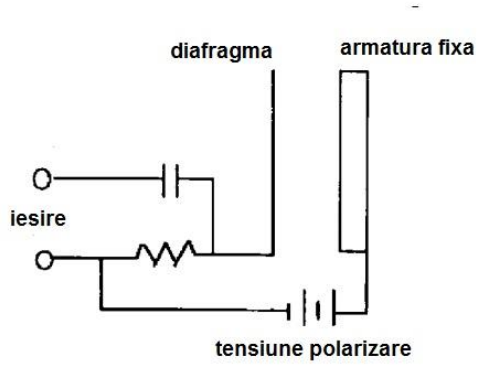


Fig.5. Structura microfonului cu condensator

Semnalul generat de către microfon este furnizat între terminalele rezistorului şi are un nivel foarte scăzut, în domeniul de valori [0,05…1]mV. Din acest motiv, microfonul cu condensator include în structura sa şi un preamplificator (care nu este prezentat în Figura 5), necesar atât creşterii nivelului semnalului electric la un nivel rezonabil cât şi a raportului semnal-zgomot. Datorită introducerii preamplificatorului în structura internă a microfonului, nivelul semnalului de ieşire a acestuia este cuprins în domeniul de valori [5÷10]mV. Varianta utilizării unui transformator pentru ridicarea nivelului tensiunii generate de către microfon nu este valabilă deoarece rezistența internă a microfonului este foarte mare.

Sensibilitatea microfonului cu condensator este în domeniul de valori [0,1÷0,3]mV/μbar, iar distorsiunile introduse de către acesta sunt foarte mici. Banda de frecvență şi raportul semnal-zgomot ale microfonului cu condensator depind de performanțele preamplificatorului intern. Valorile uzuale pentru aceşti parametri sunt: banda de frecvență în domeniul de valori [20Hz÷20kHz] cu abaterea de 1dB, respectiv raportul semnal/zgomot în domeniul de valori [65÷75]dB. Rezistența de ieşire a acestui tip de microfon este de 200Ω.

Principalul avantaj al microfonului cu condensator rezultă din volumul redus al circuitului condensatorului traductor în comparație cu volumul circuitelor traductoarelor pentru celelalte două tipuri de

microfoane, ceea ce permite obținerea unor microfoane de dimensiune şi greutate foarte reduse.

Prețul microfoanelor cu condensator variază în funcție de performanțele acestora.

Structura prezentată poate prezenta o variantă în care condensatorul traductor are armăturile fixe, caz în care microfonul poartă denumirea de microfon cu electret.

3.4. Tehnici de utilizare a microfoanelor

Metodele practice de captare a sunetelor se bazează pe tehnici generale, la care contribuie cunoştințele şi experiența acumulată de operator.

La baza procedeelor folosite pentru captarea stereofonică stau: diferența de timp şi diferența de intensitate sonoră. Percepția sunetului se bazează pe diferența de timp si de intensitate, de aceea, în situațiile reale există două posibilități:

- captarea sunetului produs de aceeaşi sursă de către microfoane amplasate în puncte diferite în spațiu, metodă care se bazează atât pe diferența de intensitate, cât şi pe diferența de timp. În acest caz procedeul de captare se numeşte “procedeu bazat pe relații de timp şi intensitate” sau procedeul AB, iar, în funcție de distanța la care sunt amplasate cele două puncte de captare se disting: procedeul apropiat, când distanța este de 10 – 25 cm, respectiv procedeul îndepărtat, atunci când distanța este cuprinsă între 3 şi 6 m;
- captarea sunetului produs de două surse identice, distribuite în spațiu, în acelaşi punct al scenei sonore, metodă ce se bazează pe diferența de intensitate sonoră. Procedeul de captare este denumit “procedeu bazat pe relații de intensitate”, pentru captare utilizându-se microfoane de coincidență sau stereofonice. În funcție de caracteristicile celor două microfoane care intră în componența microfonului stereofonic se disting două variante: procedeul XY sau simetric, utilizat atunci când caracteristicile de directivitate ale microfoanelor sunt identice, respectiv procedeul MS sau asimetric, când caracteristicile de directivitate ale microfoanelor sunt diferite.

4. Echipamente utilizate

Microfoanele acustice din dotarea studioului de televiziune.

5. Rezultate aşteptate

Formarea abilităților necesare utilizării şi amplasării corecte a microfoanelor în platoul de filmare. Astfel, la finalul lucrării de practică, studentul trebuie să cunoască:

- parametrii microfoanelor
- tipurile de microfoane
- modul de utilizare a microfoanelor în platoul de filmare
- modul de amplasare a microfoanelor în platoul de filmare

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Realizarea unui modul de emisiune cu folosirea microfoanelor pentru captarea sunetelor din platoul de filmare.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 11

LP-11 - Prezentarea Camerei video Sony PMW – 320L XDCAM

1. Tema lucrării

Prezentarea Camerei video: Sony PMW – 320L XDCAM

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal cunoaşterea Camerei tip „SONY PMW – 320L XDCAM" existentă în dotarea studioului de televiziune.

3. Descrierea lucrării de laborator (paşii de parcurs de către student)

Două dintre cele mai moderne camere de luat vederi s-au alăturat portofoliului Seriei XDCAM EX: noile PMW-350 şi PMW-320, puternice şi accesibile. Acestea sunt echipate cu cea mai recentă tehnologie Exmor™ full-HD cu senzori CMOS şi - asemeni camerelor de luat vederi XDCAM EX – acestea utilizează cardurile de memorie SxS™ pentru stocarea înregistrărilor.

Acestea suportă formatul de înregistrare DVCAM, care este standardul
de facto în producțiile video profesionale şi industriale, în acelaşi timp menținând vie tradiția, facilitând tranziția şi deschizând noi orizonturi de posibilități prin operațiile multi-cameră, oferind transmisii prin satelit şi multe altele prin intermediul interfeței opționale CBK-CE01 50-pin.

Aceste puternice camere de luat vederi deschid calea către o superbă
expresivitate vizuală şi noi nivele de comfort, la prețuri accesibile. Modelul PMW-350 necesită o tastatură opțională CBK-SD01[1].

Cardurile de memorie SxS combină o viteză de transfer ridicată cu o fiabilitate crescută. Cardurile de memorie SxS utilizează interfața PCI Express pentru a obține o viteză de transfer extrem de ridicată (800Mbps) şi pot rezista la puternice şocuri (1500G) şi vibrații (15G). De asemenea, funcția de salvare[2] a datelor ajută la restituirea conținutului media deteriorat de neaşteptate pene de curent sau deconectarea memoriei în timpul înregistrării.

---

[1] În cazul modelului PMW-320, tastatura este un accesoriu standard

[2] În anumite cazuri, imaginile înregistrate cu câteva secunde înaintea unui accident nu vor mai putea fi recuperate. Funcția de salvare nu garantează restituirea conținutului media.



Fig.1. Camere de luat vederi Seria XDCAM EX: PMW-350K şi PMW-320K,

In plus, față de cardul de memorie SxS PRO™ obişnuit, a apărut un nou membru în familia cardurilor de memorie SxS şi anume SxS-1™[3]. Acesta păstrează superbele caracteristici de întrebuințare şi viteza ridicată de transfer a cardului SxS PRO la un preț accesibil. Un card de memorie cu performanțe superioare de stocare, SBS-32G1 (32-GB) SxS-1, este de asemenea disponibil.

Testele interne de performanță realizate de Sony au demonstrat că la o rată de o înregistrare pe zi pentru întreaga capacitate a cardului de memorie, cardul de memorie SxS-1 va funcționa aproximativ 5 ani. Această durata de funcționare poate diferi de la caz la caz în funcție de aparatul utilizat şi gradul său de uzură.

Adaptoare media pentru medii de înregistrare alternative

Două adaptoare media – MEAS-MS01 şi MEAD-SD01 – permit utilizarea unui stick de memorie sau a unui card de memorie SD ca medii de stocare alternative.

1. Stick-ul de memorie PRO-HG Duo ‘HX’ Series este recomandat pentru a fi utilizat împreună cu adaptorul MEAD-MS01. Cardurile de memorie San Disk clasa 10 sunt recomandate a fi utilizate împreună cu adaptorul MEAD-SD01

2. Funcț iile Slow Motion şi de salvare a datelor nu sunt suportate pe aceste formate.

[3] Cardul de memorie SxS-1 permite mai puține rescrieri decât cardurile din familia SxS PRO. Utilizatorul va fi notificat când durata de utilizare a cardului este aproape de expirare.

3. O versiune mai veche a aparatului PMW-350, necesită mai întâi un upgrade pentru a putea fi utilizat împreună cu MEAD-SD01.

Selecția formatului şi viteza de redare

Alegerea vitezei de redare este posibilă în cazul aparatelor XDCAM EX – fie o viteză de 35Mbps (în modul de imagine High Quality) sau 25 Mbps (în modul SP) – în funcț ie de calitatea dezirabilă a imaginii şi a timpului de înregistrare.

Formatul de înregistrare HD la 1920x1080 pixeli folosind standardul MPEG-2 Long GOP

Produsele XDCAM EX înregistrează imagini în format HD la 1920 x 1080 pixeli utilizând standardul MPEG-2 Long GOP, care este conform cu standardul de compresie MPEG-2 MP@HL. Cu acest standard de înregistrare extrem de eficient şi un card de memorie SxS, produsele XDCAM EX înregistreză imagini HD în modul de înregistrare prelungit (LP) timp de 140 de minute pe un singur card de memorie SxS de 32 GB. Când un clip video se întinde pe două carduri, tranziț ia de la un card la altul se face fără cusur, fară a se pierde nici cadru sau artefact. Cardurile de memorie SxS pot fi rapid schimbate între ele chiar în timpul înregistrării fără a necesita întreruperea acesteia. Aceasta caracteristica a produselor XDCAM EX le face ideale pentru o varietate larga de aplicații de producție media de lungi dimensiuni.

Formatul multiplu de înregistrare: 1080/720 şi operația interşanjabilă Interlace/ Progresiv

Seria de camere XDCAM EX ofera o gamă largă de formate de înregistrare pentru aplicații creative cu conținut multiplu. Modul de înregistrare poate fi schimbat între următoarele opțiuni de rezoluție: 1920 x 1080, 1280 x 720 şi 1440 x 1080. Sistemul de scanare poate fi selectat între Interlace şi Progresiv astfel: 59.94i, 50i, 59.94p şi 50p.[4] Un card de memorie SxS poate găzdui simultan o varietate de fişiere înregistrate în formatele de mai sus, inclusive fişiere DVCAM, permițând astfel o utilizare flexibilă a spațiului de stocare[5].

Senzorii Exmor Full-HD CMOS

[4] Imaginile sunt înregistrate utilizând următoarele specificații: 23,98p, 59.94i signals via 2-3 pull-down în modul SP 1440x1080/23.98p

[5] Cardurile de memorie care cuprin conținut înregistrat cu aparatele PMW-350 sau PMW-320 în modul HQ1440x1080 sau DVCAM nu pot fi citite pe aparatele PMW-EX1, PMW-EX3 şi PMW-EX30.

Camerele PMW-350 şi PMW-320 sunt echipate cu trei senzori Exmor CMOS care livrează o performanță superbă a calității imaginii la rezoluție full-HD. Modelul PMW-350 are un senzor de imagine de 2/3 inchi iar modelul PMW-320 un sensor de imagine de ½ inchi. Ambii senzori conferă o sensitivitate excelentă (F12 pentru PMW-350 şi F10 pentru PMW-320), o remarcabilă rată semnal-zgomot al imaginii (59 dB pentru PMW-350 şi 54 dB pentru PMW-320) şi o înaltă rezoluție orizontală de 1,000 de linii TV[6]. Aceşti senzori de înaltă calitate asigură un semnal digital de înaltă calitate cu un zgomot extrem de redus al imaginii. Acest fapt îmbunătățeşe în mod semnificativ înregistrările în medii cu luminozitate scăzută. În plus, aceşti senzori de mari dimensiuni captează imagini cu o adâncime scăzută a câmpului, dând o mai mare libertate exprimării creative.

Designul carcasei

Gândite pentru a fi foarte compacte şi bine echilibrate ergonomic, modelele PMW-350 şi PMW-320 oferă un grad înalt de mobilitate şi comfort în situații variate de înregistrare. Mai exact, corpul principal al modelului PMW-350 cântăreste 3.2 Kg şi este una dintre cele mai uşoare camere de luat vederi cu obiectiv full-HD de 2/3 inchi. Aceste camere au un centru de greutate foarte scăzut, ceea ce conferă o stabilitate excelentă pe umăr. Designul cu profil jos conferă un spațiu larg între cadrul principal al camerei si mâner precum şi o perspectivă neobstrucționată către partea dreaptă a operatorului de camera. Poziția pernuței de umăr poate fi ajustată pentru a conferi un echilibru optim a greutății chiar dacă de camera se ataşează orice fel de adaptor sau lentilă.

Consum scăzut de energie

Pentru modelele PMW-350 şi PMW-320, consumul de energie este de doar 18W[7] şi pot opera aproximativ 310 minute având complet încărcat pachetul de acumulatori BP-GL95.

Pachetul de lentile (doar pentru modelelePMW-350K şi PMW-320K)

Modelele PMW-350K şi PMW-320K vin echipate cu o lentilă HD cu interfață standard. Această lentilă conferă o focalizare unică astfel:

[6] În modul HD-SDI, HQ 1080

[7] La o utilizare cu lentilele, vizorul şi microfonul inclus.

- lentila este prevăzută cu un mecanism de două roți de focalizare independente, care poate fi operat după preferință în modul de focalizare automat sau manual prin glisarea inelului de focalizare înainte şi înapoi.
- Funcția de asistare MF ajută la focalizarea precisă a obiectului şi intră atunci când se filmează în modul MF. În acest mod, focalizarea automată este activată pe moment atunci când operatorul termină de ajustat inelul de focalizare.

Înregistrarea implicită 23.98p

Modelele PMW-350 şi PMW-320 oferă o capacitate de înregistrare implictită de 23.98p[8]. Această caracteristică, alături de alte caracteristici creative, face ca această cameră sää fie ideală pentru producția de filme.

Funcția de Slow şi Quick Motion

Modelele PMW-350 şi PMW-320 oferă funcția de înregistrare la viteză redusă sau crescută care le permite utilizatorilor să creeze efecte vizuale unice. Camerele de luat vederi pot captura imagini cu o viteză reglabilă a cadrelor de la 1 cadru pe secundă (frame per second - fps), la 60 de cadre pe secundă în modul 720p şi de la 1 cadru pe secundă la 30 de cadre pe secundă în modul 1080p, la un pas de creştere de 1 cadru pe secundă. De exemplu, atunci când sunt vizionate la 23.98 de cadre pe secunda, imaginile capturate la 60 de cadre pe secundă apar de două ori şi jumătate mai lente decât în mod normal. Similar, imaginile capturate la 4 cadre pe secundă apar de şase ori mai rapid decât în mod normal. Cu această funcție, imaginile sunt înregistrate în mod implicit fără cadre tampon şi la o rezoluție maximă.

Funcția de închidere lentă a diafragmei (Slow Shutter Function)

Perioada maximă de acumulare este la o viteză de 60 de cadre.

Selecția Curbelor / Diagramei Gamma (Selectable Gamma Curves)

Modelele PMW-350 şi PMW-320 oferă o varietate de curbe gamma pentru a ajusta în mod felxibil contrastul şi de a conferi un aspect specific

[8] În modul 1440x1080/23.98p (SP) imaginile sunt înregistrate la o viteză de 23.98 cadre pe secundă şi semnal de 59.94i via 2-3 pull-down

imaginii. În plus față de cele şase curbe gamma standard sunt disponibile patru curbe Hiper Gamma care sunt identice cu cele disponibile pe camerele din vârful gamei CineAlta™.

Funcția de înregistrare la interval (Interval Recording Function)

Funcția de înregistrare la interval înregistrează intermitent un cadru la intervale pre-determinate. Aceasta caracteristică este utilă pentru înregistrarea unor lungi perioade de timp şi atunci când se doreşte crearea unor efecte de mişcare extrem rapidă.

Funcția de Înregistrare a cadrelor

Funcția de înregistrare a cadrelor este utilă în mod deosebit pentru înregistarea animațiilor cu figurine din lut.

Detectarea automată a balansului tonurilor de alb

Funcția de detectare automată a balansului tonurilor de alb ajustează automat temperatura culorii în funcție de schimbările de luminozitate care apar. Dacă este necesar, utilizatorul poate menține balansul de culoare dorit prin intermediul unui buton programabil.

Invertorul de imagine

Cu adaptorul DOF pentru adâncimea câmpului se pot fixa pe cameră lentile cinema sau stabile, rotind astfel imaginea la 180 de grade. Această funcție normalizează imaginea printr-o scanare inversă.

Amplificatorul Turbo

Amplificatorul poate fi selectat dint-o listă variată de valori presetate, între -3 dB ș I +42 dB*[9].

Înregistrarea şi redarea în format DVCAM

Pentru a realiza o trecere plăcută de la operarea SD uzuală către cea HD, modelul PMW-320 suportă formatul de înregistrare şi redare DVCAM ca o funcție standard. Pentru modelul PMW-350 este necesară o tastatură opțională CBK-DV01.

Funcția de înregistrare Picture Cache

[9] Pentru modelul PMW-320 lista de valori este cuprinsă între –3dB şi +24dB.

Cu funcția de înregistrare Picture Cache, până la 15 secunde de semnale audio şi video sunt stocate pe memoria interna (tampon) a camerei chiar înainte de apăsarea butonului de inițializare a înregistrării. Această caracteristică previne pierderea unor momente neaşteptate dar importante.

Funcția de stop cadru

Funcția de mixaj a imaginii stop cadru presupune existența unei înregistrări anterioare. Aceasta permite operatorului să aşeze sau să repoziționeze în cadru subiectul atunci când dubla următoare trebuie reluată din aceeaşi poziție, sau în acelaşi décor ca dubla precedentă.

Cele patru canale audio (Four-channel Audio)[10]

Modelele PMW-350 şi PMW-320 vin echipate cu patru canale de 16-bit, 48-kHz PCm linear de înregistrare audio necompresată. Nivelul fiecărui canal poate fi controlat individual.

Sistemul de fişier al scenei (Scene File System)

Această caracteristică permite operatorilor de cameră să evoce setările de imagine preferate – cum ar fi matricea parametrilor, detaliu, gamma – pentru a se potrivi unor condiții specifice de înregistrare. Această caracteristică oferă utilizatorului o eficiență crescută de operare. Cardurile de memorie SxS pot fi folosite pentru stocarea şi încărcarea fişierului cu informații al scenei.

Ecranul LCD de 3.5-inch[11]

Modelele PMW-350 şi PMW-320 au un ecran color mare cu o rezoluție de 1920 x 480 pixeli care simplifică focalizarea. Ecranul poate fi folosit pentru a revedea instant materialul filmat, precum şi pentru a accesa meniul şi setările camerei. Fiecare model are o interfață pentru DXF-20W, DXF-51 şi DXF-C50W.[12]

Conexiunea HDMI

Modelele PMW-350 şi PMW-320 sunt echipate cu o conexiune HDMI.

---

[10] Atunci când este redat un card SD cu patru canale audio pe modelele PMW-EX1, PMW-EX1R, PMW-EX3 sau PMW-EX30, doar canalul CH-1/2 sau CH-3/4 va fi redat

[11] Aria vizuală este măsurată diagonal.

[12] Ecranul din dotare nu poate fi utilizat în acelaşi timp cu vizorul DXF

Interfața cu 50-pin şi funcția de întindere digitală a imaginii

Opțiunea de interfață cu 50-pin CBK-CE01[13] oferă funcția de întindere digitală a imaginii [14], care dublează digital dimensiunile imaginii. Spre deosebire de lentilele de extensie, această funcție nu pierde sensitivitatea imaginii, fenomen cunoscut ca pierderea focalizării (F-drop phenomenon) .



Fig.2. Exemplificare opțiune funcție întindere digital a imaginii (CBK-CE01)

Adaptorul de cameră pentru operare multiplă

Adaptorul CBK-CE01 oferă şi posibilitatea conexiunilor PMW-350 şi PMW-320 la adaptorul de cameră XDCA-55. Acest nou adaptor de cameră şi unitatea de extensie a camerei XDCU-50[15] permit controlarea camerelor de la o distanță de 100 m şi extinde potențialul acestor camere pentru operarea multiplăla în exterior.



Fig. 3. Camera Adaptor pentru Multi-camera Operation

Opțiunea accesibilă MPEG TS pentru transmisii terestre şi pe satelit

Adaptorul HDCA-702 MPEG TS, care poate fi conectat direct la modelele PMW-350 şi PMW-320, transmite un flux de informații de tipul

[13] Interfața CBK-CE01 va fi disponibilă la sfârşitul lui noiembrie 2010 iar upgrade-ul care va permite activarea funcției de extensie digitală este programat să apară la începutul lui 2011.
[14] Funcția de extensie digitală nu poate opera cu funcția de filmare lentă sau rapidă.
[15] Modelele de adaptoare XDCA-55 şi XDCU-50 sunt programate să apară în noiembrie 2010.

MPEG Transport Stream (TS) of MPEG prin intermediul unei ieşiri DVB-ASI. Pentru această funcție este necesar adaptorul CBK-CE01; HDCA-702 necesită activarea care va fi disponibilă la începutul lui 2011.

Fluxul de Metadate (doar în formatul HD)

Ca parte a fluxului de metadate, camerele din gama XDCAM EX au capacitatea unică de a înregistra parametrii camerei de filmat pe un mediu de stocare chiar în timpul înregistrării – parametrii precum Focus, Zoom, Iris, Shutter, Gain, Balans tonuri de alb şi Gamma. Software-ul inclus Clip Browser V2.6 permite utilizatorilor să revadă aceste metadate în timpul redării clipurilor video, ceea ce este foarte util ca referință pentru montaj sau filmarea următoare.

Telecomanda camerei

Fiecare model PMW-350 şi PMW-320 vine la pachet cu o interfață de telecomandă Sony de 8-pin. Diferite setări ale camerei pot fi controlate de la distanță folosind o unitate de control la distantă RM-B150 sau RM-B750 sau un panou de control la distantă RCP-750, RCP-751, RCP-920,RCP-921, RCP-1000, RCP-1001, RCP-1500, RCP-1501, sau RCP-1530 prin intermediul unei conexiuni de 8-pin[16]. Ieşirile composite sunt disponibile mereu în scopul monitorizării, indiferent de tipul de ieşire selectat HD/SD.

Software-ul livrat pentru un management puternic, uşor şi intuitiv al conținutului înregistrat

Software-ul Clip Browser Version 2.6 permite nu doar redarea conținutului pe PC sau Mac, dar şi redarea informațiilor de tip metadata ale clipului, detectarea şi corectarea flash bands, convertirea formatelor fişierelor pentru editarea nonlineară şi pentru aparatura portabilă, înregistrarea şi editarea metadatelor precum şi captarea imaginilor (format BMP) pentru anumite scene.

PDZK-P1 Version.2.12[17], XDCAMR Transfer este plug-in-ul de software pentru programul de editare nonlineară Apple Final Cut ProR care suportă şi fişiere în format MP4 înregistrate cu produsele XDCAM EX.

PDZK-P1 nu suportă fişierele DVCAM (AVI).

X Camcorde

[16] Unele comenzi nu sunt suportate de camerele PMW-350 şi PMW-320. Activarea RCP-1000/1001/1500/1501/1530 este programată pentru noiembrie 2010.

[17] Cele mai noi variante de software pot fi descarcate de pe website-ul Sony.

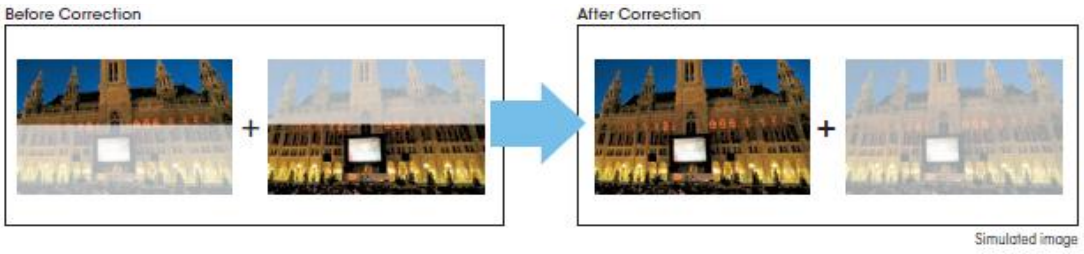


Fig. 4. Imagine simulată utilizând Digital Extender* x 2 + +
(Înainte de Corecție, după corecție, Imagine Simulată, Corecție Flash Band)

4. Echipamente utilizate

Camera video portabilă: Sony PMW-350 şi PMW-320

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea paşilor acestei lucrări practice, studentul trebuie să cunoască:

- Să Identifice componentele principale ale camerei video;
- să ştie să explice modul general de operare;
- să fie acomodat cu perfomanțele camerei

6. Exemplu de rezultat asteptat (studiu de caz/aplicatie)

Punerea în stare de funcționare a camerei video. Realizarea unor capturi video în condițiile unor reglaje presatbilite ale camerei video.

Studentul trebuie să ştie să prezinte caracteristicile genarale ale camerei şi performanțele acesteia, subliniind efectele obținute în urma diverselor reglaje ale camerei.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 12

LP-12 – Filmări de exterior cu una sau mai multe camere

1. Tema lucrării

Filmări de exterior cu una sau mai multe camere

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea cerințelor impuse de mediul de filmare.

3. Descrierea lucrării de laborator (paşii de parcurs de către student)

3.1. Filmări de exterior cu mai multe camere

Cele mai provocatoare şi mai solicitante producții implică mai multe camere, în special dacă emisiunile sunt transmise în direct. Producțiile în direct precum Campionatele Internaționale de Fotbal, Spectacole sau Ceremonia Premiilor Oscar pot necesita 30 sau mai multe camere de luatr vederi, câteva tone de echipament şi luni de pregătire. Dar chiar şi transmiterea unui meci de fotbal la nivel național sau yonal sau o simplă ceremonie de premiere necesită câteva camere şi abilități mult diferite față de cele pentru o producție standard de studiou. În studio ai parte de un mediu testat, controlabil şi previzibil. Odată ce ieşi pe poarta studioului, lucrurile devin mult mai complexe.

Unul dintre cele mai importante lucruri pentru a putea realiza o producție în afara studioului este următorul: analiza în amănunt a locației. Zece lucruri importante de verificat atunci când luați în considerare o nouă locație sunt listate mai jos.

3.1.1.Stabilirea poziționării camerei

Pentru a putea stabili poziționările camerei decise de regizor, la cererea completată, se anexează o schiță a locației. Atunci când se decide poziționarea camerei se au în minte câteva aspecte. Față de aspectele evidente, precum poziția contrejour şi nepoziționarea camerei în direcția opusă desfăşurării acțiunii, există câteva cerințe pentru amplasarea camerelor stabile. Dacă dintr-o dată sar oameni în fața camerei în timpul unei parade sau apar în cadru chiar când se joacă o pasă decisivă, nu prea mai aveți ce face. Ataşații de presă şi cameramanii pot considera că alegerea poziției camerei este ideală, ceea ce nu ar fi surprinzător dacă sunt nişte profesionişti. Chiar dacă nu stau direct în fața camerei prezența lor poate bloca filmarea unui cadru din unul sau mai multe unghiuri. Şi ar mai fi încă o problemă pe care trebuie să o anticipați. Dacă fanii sau spectatorii încep să sară în sus şi în jos de bucurie pot mişca platforma pe care este amplasată camera, ceea ce determina o înregistrare imposibil de utilizat.

Astfel, poate că ar fi bine să luați în calcul utilizarea unei camere macara (camera jib) (vezi imaginea din figura 1) pentru a adăuga mişcări dinamice ale camerei în producția dumneavoastră (filmarea pe deasupra captetelor tuturor care s-a putea afla în calea camerei).



Fig. 1. Camera macara de tip JIB

Marea majoritate a camerelor macara sunt mult mai mici decât cea din imagine. Filmările cu camera macara implică utilizarea unor camere grele, de dimensiuni mari şi un operator de cameră care să o folosească. Totuşi, în ziua de azi camerele de greutate mică pot fi utilizate la capacitate maximă cu ajutorul unei telecomenzi (figura 2).



Fig. 2. Telecomandă cameră miniturială

Aceste caracteristici inovatoare, prin dinamismul deosebit pe care îl oferă, au transformat camerele macara într-o prezență obligatorie pentru multe producții de studiou şi nu numai. Adeseori, sunt întinse cabluri de-a lungul plafonului şi a pereților în sălile de sport şi de concerte pentru a ataşa camere controlate de la distanță care pot circula pe aceste cabluri dintr-o parte în alta a sălii. Aceste amplasări permit obținerea unor scene unice cu cadre înalte.

3.1.2. Cerințe privind sunetul la filmările exterioare

Datorită zgomotului din locațiile de exterior, microfoanele direcționale din spatele camerelor sau microfoanele fără fir ale echipei sunt cel mai adesea operate prin telecomandă. În cazul microfoanelor fără fir, va trebui să verificați recepția multiplă şi zonele moarte punând un asistent să testeze fiecare astfel de microfon în timp ce parcurge cu paşi lenți zona în care va fi folosit. Din moment ce problemele de microfon sunt foare comune, ar trebui să existe microfoane de rezervă pentru fiecare zonă, care, la nevoie, să poată fi folosite instant.

Atunci când montați microfoane pentru public (microfoane care vor înregistra reacția publicului) asigurați-vă că acoperă o zonă extinsă şi nu doar pe cei aflați în imediata sa apropiere. Planificați cele mai scurte trasee de cablaj pentru microfoanele cu cablu şi evitați folosirea lor paralelă cu cablurile de curent pentru a nu introduce un bâzâit neplacut acolo unde este cazul. În caz de vreme ploioasă, sigilați bine conectorii cu bandă electrică izolatoare.

3.1.3. Determinarea iluminării necesare

Atunci când regizorul de lumini vizitează locația, va alcătui o listă de instrumente şi accesorii necesare. Unul sau mai multe seturi de

iluminat, precum cele din figura 3, vor fi necesare pentru a acoperi nevoile de iluminare din anumite zone. Şi, într-un final, nu uitați, că în caz că plouă sau apare altceva care strică planul inițial, e necesar să vă pregătiți un plan B (şi chiar C) pentru planul de iluminare conform cerințelor de producție. Nu vă doriți ca toată lumea să fie prezentă, să închiriați cele mai scumpe echipamente din locație şi să nu aveți un plan de rezervă în caz că un eveniment nedorit vă distruge planificarea inițială.

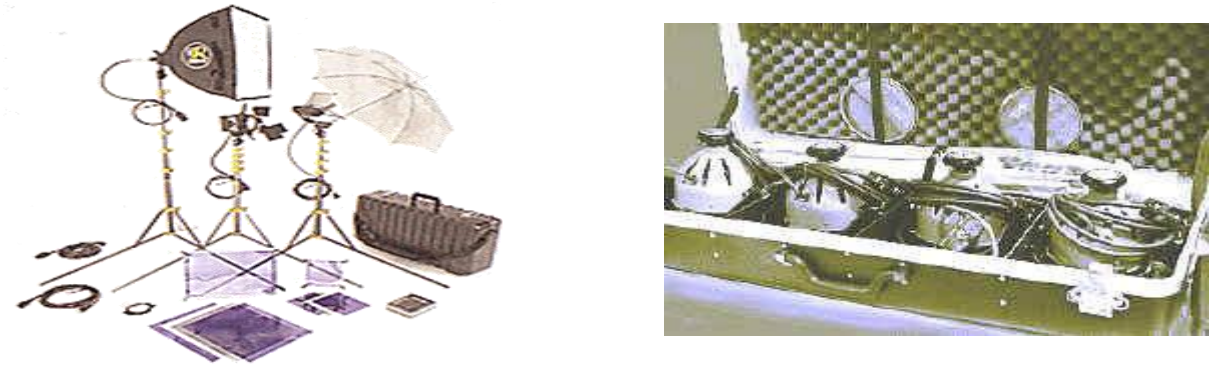


Fig.3. Seturi de iluminat

3.1.4. Comunicarea în timpul producției

Într-o producție tipică de studio, membrii echipei cunosc mişcările de bază asociate cu anumite programe şi de multe ori nici nu mai au nevoie să fie dirijați de regizor. Dar în timpul producțiilor de exterior mişcările se schimbă iar membrii echipei se vor baza în fiecare secundă foarte mult pe indicile date de regizor.

Pentru a menține semnalele de satelit sau microunde la un nivel tehnic optim într-o producție de scară mare, inginerii trebuie să se afle în contact direct pentru a se asigura că ajustările de nivel (audio sau video) sunt realizate. Cu excepția câtorva cazuri în care se foloseşte preponderent comunicarea prin cască, utilizarea telefoanelor fixe sau mobile devine necesară pentru ca inginerii şi personalul de producție să păstreze legătura cu stația sau centrul de producție. Personalul de

producție aflat la amble capete ale transmisiunii trebuie să fie capabil să coordoneze calupurile de reclame sau pauzele de transmisie impuse. Acestea sunt de obicei stocate pe serverele stației.

Liniile de comunicație **I**nterrupted foldback (IFB) sunt folosite pentru a comunica cu cameramanii . Spre deosebire de reporterii care transmit în direct şi care poartă doar o singură cască de dimensiuni reduse care se introduce în ureche, prezentatorii sportivi preferă să utilizeze căşti externe foarte bine insonorizate (figura 4), pentru ambele urechi. În mod normal, ambele căşti redau programul audio. Atunci când este necesară transmiterea unui scurt mesaj către prezentator (preferabil nu în acelaşi timp când vorbeşte), intrarea audio pentru una dintre căşti este întreruptă şi folosită pentru a transmite mesajul.



Fig. 4. Căşti externe insonorizate

Un regizor poate folosi aceast procedeu pentru a-l informa pe prezentator că este cazul să ia o pauză publicitară sau să anunțe că reluarea unei secvențe este disponibilă pentru revedere. Deşi căştile PL sunt în general conectate la camere, în anumite cazuri este necesară instalarea unor căşti suplimentare pentru personalul care lucrează la o producție de exterior şi care nu se află în apropierea unei camere. O mobilitate sporită se poate obține prin utilizarea unor sisteme de comunicație care folosesc tehnologia wireless.

Datorită importanței comunicației din timpul producției, este recomandată – unii ar spune că este chiar absolut necesar pentru

transmisiile în direct – existența unei linii de comunicație de rezervă la care se poate apela imediat ce apar probleme cu sistemul principal de comunicație.

3.1.5. Inventarul de echipamente

Formularul de cerere a necesarului de spațiu şi echipamente trebuie folosit drept ghid atunci când se schițează necesarul de echipamente ce va fi folosit în producția de exterior. O listă de echipamente trebuie întocmită cu grijă şi apoi verificată de două ori când se trece la împachetarea echipamentelor. Nu trebuie uitate lămpi de rezervă pentru lumină, microfoane şi cabluri, căşti de rezervă etc. Sunt rare producțiile de exterior în care echipamentele nu se strică sau blochează atunci când te aştepți mai puțin.

3.2. Producțiile care utilizează doar o singură cameră de filmat

De mai mult de un deceniu, producțiile hollywoodiene au folosit o singură cameră video pentru a crea filme care par a fi realizate cu utilizarea mai multor camere. Ca multe alte lucruri de la Hollywood, totul pare magic. La început, regizorii nu au avut de ales, nu exista posibilitatea de a sincroniza mai multe camere de filmat pentru o singură scenă. Deşi acest fapt a fost privit mai întâi ca o limitare, s-a dovedit a fi un avantaj creativ, un avantaj pe care nu-l dețin producătorii de televiziune care utilizează camere multiple. Diferența constă de fapt în modul în care se filmează. În producția de film fiecare scenă şi unghi al camerei sunt ajustate şi repetate până când regizorul se declară mulțumit. Actorii, directorii de lumini, cei de la machiaj şi inginerii de sunet etc. trebuie să se concentreze pe rând pentru fiecare scenă în parte. Deşi este un proces anost, care durează foarte mult, asigură o calitate tehnică şi artistică ridicată a producției.

Contrastant, în serialele de televiziune standard, actorii trebuie să memoreze replicile pentru întregul episod şi să performeze fără a se opri. Luminile, sunetul, machiajul etc. trebuie să reziste şi pentru cadrele largi dar şi pentru prim-planuri precum şi pentru o varietate largă de unghiuri.

Cea mai bună iluminare este limitată la un singur unghi al camerei. Dar atunci când actorii trebuie să fie iluminați şi filmați din trei sau patru unghiuri diferite în acelaşi timp (figura 5), aşa cum se întâmplă de obicei în producțiile care utilizează camere multiple, invariabil vor apărea diverse compromisuri.



Fig. 5. Iluminarea din mai multe direcții.

În producția de film, este necesară „tragerea" mai multor duble până când regizorul decide că a obținut dubla ideală (dubla este un segment scurt şi disctinctiv al acțiunii). Pentru anumite scene dintr-un film sunt trase zeci de duble până când regizorul se poate declara mulțumit.

În film, scenele sunt filmate din diferite unghiuri şi de la distanțe diferite iar editorii filmului pot alege dintr-o multitudine de duble. Este munca celui de la montaj să editeze cele mai bune duble şi scene pentru a obține aparența unei secvențe de acțiune continuă filmată din unghiuri diferite. În cazul filmului, montajul se întinde de-a lungul a câtorva săptămâni, dacă nu chiar luni – timp suficient pentru a reflecta, experimenta şi răzgândi înainte de a lua deciziile finale de editare.

În opoziție, deciziile de editare pentru producțiile în direct sau producțiile filmate în direct pe casetă se iau în timp real, la intervale de câteva secunde sau minute. Rareori există posibilitatea de a revedea, regândi şi modifica deciziile luate.

3.2.1. Producțiile de televiziune de tipul filmului (cu o singură cameră)

Deşi producțiile de tipul filmului (care folosesc o singură cameră de filmat) au fost folosite de zeci de ani în emisiunile de ştiri sau pentru filmele documentre, doar recent utilizarea acestora în producțiile de televiziune a fost limitată. Multe filme făcute pentru difuzarea la TV sunt încă filmate pe peliculă, dar în mare majoritate a cazurilor pelicula este transferată imediat pe casetă după procesare iar post-producția se realizează pe varianta video.

Odată cu introducerea în cinematografe a aparatelor de proiecție digitală pentru filmele de lung metraj, tranziția de la peliculă la digital pentru toate tipurile de producții dramatice nu va întârzia să apară. Un factor important al acestei tranziții fiind chiar cel economic. În ultimii ani, numeroase filme de lung metraj au fost filmate folosind echipament video digital de înaltă rezoluție.

Avantajele producțiilor cu o singură cameră

Unul dintre avantajele filmării cu o singură cameră este acela că secvențele nu trebuie filmate în ordine. De fapt, rareori se dovedeşte utilă filmarea scenelor respectând ordinea cronologică dictată de scenariu. Secvența finală de scene este aranjată în timpul montajului.

Mai jos sunt listate în ordinea importanței câteva aspecte ce trebuie luate în considerare atunci când se stabileşte planul de filmare a secvențelor pentru filmarea cu o singură cameră:

- Toate dublele care necesită anumiți actori (începând cu cei cu cel mai mare onorariu) trebuie filmate într-un timp cât mai scurt, indiferent de ordinea scenelor în scenariu
- Toate dublele care necesită aceeaşi locție se vor filma în acelaşi timp
- Toate dublele care necesită personal de producție specific se vor filma în acelaşi timp

- Toate dublele care necesită echipament specializat, precum camere, lentile, microfoane şi generatoare trebuie filmate în acelaşi timp.

Drept exemplu, vom considera un scenariu dramatic – el o întâlneşte pe ea, se îndrăgostesc, se căsătoresc şi după 20 de ani încep să se certe foarte tare. În efortul lor de a o lua de la început, decid să se întoarcă în camera de hotel acolo unde au petrecut prima noapte împreună. Din nefericire unul dintre parteneri află că celălalt a avut o aventură în acea cameră. Încep să se certe din nou, iar în furia de moment unul dintre parteneri îl ucide pe celălalt. (Ce-i drept nu este un scenariu foarte optimist, dar merge ca exemplu.)

Pentru eficientizarea planului de filmare este de dorit să se filmeze scenele în care cuplul îşi petrece prima noapte împreună în aceeaşi cameră de hotel (şi chiar în aceeaşi zi) cu scenele de sfârşit în care cei doi se ceartă. Deja se pot observa dificultățile cu care se confruntă actorii. În plus, în timp ce se instalează echipamentul de sunet şi luminile etc., se pot trage secvențele în care unul dintre parteneri a avut o aventură –cel mai probabil aceste scene vor fi adaugate în forma unor amintiri fulger.

Presupunem că modificările de decor în camera de motel vor fi minime, cu excepția adăugării efectelor de îmbătrânire pe pereți, mobilier etc. Cea mai mare provocare va fi aceea de a-i îmbătrânii cum se cuvine pe cei doi actori. Nu vă fie teamă, cei de la machiaj se pricep foarte bine să facă asta.

În versiunea finală a filmului aceste scene vor fi separate prin alte elemente. Dar, aşa cum puteți vedea, este mult mai eficient dacă toate scenele care se petrec la motel sunt filmate în acelaşi timp. (Ne vom întoarce imediat la cuplul nefericit.)

Cadrele largi

Când o altă producție video este filmată în stilul de mai sus, se aplică mai multe convenții preluate de la producțiile de film. Ne vom

concentra în continuare atenția pe paşii urmați în producția cu o singură cameră.

În primul rând avem cadrul larg (cover shot sau master shot), care este un cadru amplu al întregii scene sau locului în care performează actorii. Acest cadru este util pentru a arăta publicului geografia scenei şi pentru a ajuta trecerea de la o scenă la alta în cadrul montajului. Mai mult, acest cadru este folosit pentru:

- A arăta schimbările majore ale elementelor de bază ale scenei;
- A arata mişcările actorilor, în special întrările şi ieşirile din scenă;
- Să reamintească publicului geografia unei scene;
- Să asigure un cadru de rezervă în timpul montajului, atunci când acțiunea nu este acoperită de un cadru mediu sau când nu este disponibil un prim-plan.

În producțiile de film şi video marea majoritate a regizorilor filmează o scenă de la început până la sfârşit dintr-un astfel de cadru. După ce este filmat acest cadru, regizorul repoziționează camera pentru cadrele medii şi prim-planurile actorilor. Actorii vor relua scena repetând toate replicile. Pentru a obține cadre cât mai bune din aceste noi unghiuri, se vor ajusta succesiv luminile, poziția microfoanelor şi uneori chiar şi machiajul. Evident, toate acest modificări trebuie făcute astfel încât să nu se observe diferențe majore după montaj. Unii regizori preferă să filmeze secvențele în ordine inversă: prim-planurile, cadrele medii şi apoi cadrele largi. Indiferent de ordinea pe care o alegeți, acest gen de ajustări poartă numele de aranjament (coverage). (țineți minte că anumiți termeni pot avea înțelesuri diferite pentru producțiile de film sau televiziune şi să nu fiți surprinşi dacă observați că aceeaşi termeni pot fi utilizați în feluri diferite.)

Să luăm în considerare un exemplu de scenariu, mai exact o scenă de la restaurant în care bărbatul o cere în căsătorie pe partenera sa (figura 6). In filmarea cu o singură cameră, filmarea din trei poziții ale camerei este realizată cu aceeşi cameră (figura 7). Deşi indicațiile regizorale pot diferii, haideți să analizăm una dintre posibilele variante.



Fig. 6. Scenă cerere în căsătorie

Mai întâi, vom filma întregul dialog al scenei cu camera amplasată în poziția 1. Putem folosi acest cadru larg ca un cadru de început şi apoi de oricâte ori este nevoie să restabilim geografia scenei, să înlocuim alte duble nereuşite filmate din poziția 2 şi 3 sau pentru a introduce o varietate vizuală. Apoi, vom trage din nou întreaga scenă cu camera amplasată în poziția 2 în timp ce bărbatul îşi rosteşte replicile. Din această poziție putem obține cadre peste umăr şi prim-planuri. La final, vom filma aceeaşi scenă din poziția 3.

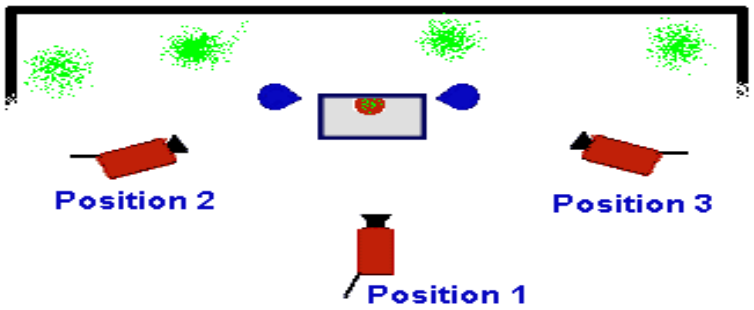


Fig. 6. Filmarea din trei poziții ale camerei

Actorii trebuie să fie foarte atenți să facă aceleaşi mişcări în acelaşi fel şi în timp ce rostesc aceleaşi cuvinte. Altfel, cuvintele şi acțiunile din duble diferite nu se vor potrivi iar montajul va întâmpina multe dificultăți. După terminarea filmărilor, vom obține cel puțin trei versiuni complete ale scenei dintre care cele mai reuşite duble se pot alege la montaj. Strategia evidentă de montaj va fi să alegem câte un prim-plan pentru fiecare persoană în momentul în care vorbeşte. Dar, aşa cum am văzut, cadrul cu o reacție spontană este mult mai elocvent. De exemplu, e mai bine să avem un prim plan al femeii în momentul în care bărbatul o cere

în căsătorie. De asemenea, ne vom dori să avem prim-planuri cu inelul, cu ciocnirea paharelor de vin etc.

3.2.2. Comparație între producțiile cu o cameră şi producțiile cu camere multiple.

Persepectiva unei producții filmate cu o singură cameră, în stilul filmelor de lung metraj, oferă multe avantaje creative pentru producțiile de televiziune. Aşa cum vom vedea în secțiunea următoare, această perspectivă este foarte valoroasă pentru filmarea emisiunilor de ştiri şi a filmelor documentare. In acelaşi timp, această variantă de filmare ia foarte mult timp iar în producțiile de televiziune timpul înseamnă bani. Când limitările financiare sau de timp solicită o abordare mult mai rapidă şi eficientă, producătorii trebuie să se bazeze pe filmarea cu camere multiple – tema următoarei secțiuni.

3.2.3. 12 Sfaturi pentru producții reuşite

1. **Folosiți un trepied sau un suport solid pentru cameră.** Acest lucru este deosebit de important mai ales în cazul prim-planurilor. Ca excepție sunt cazurile când se doreşte obținerea unui efect de cameră, să se comunice o situație fluidă sau instabilă, să se imprime un efect de documentar sau în cazul reportajelor de ştiri, când folosirea unui trepied poate determina pierderea unei scene importante. Sunt la ordinea zilei scenele în care camera pare că pluteşte fie în producțiile televizate (Lege şi ordine etc), fie în filmele artistice de lung metraj (Ultimatimul lui Bourne etc)

2. **Bazați-vă pe prim-planuri medii şi normale pentru materialul vizual de bază.** Cadrele ample se vor folosi doar pentru a introduce sau re-introduce scena. Televiziunea HD nu necesită acelaşi accent pe prim-planuri, dar în anumite situații va trebui să fimăm având în vedere ambele formate video.

3. **Eliminați acele cadre care nu contribuie la atingerea obiectivelor proiectului sau la construcția ideii de bază a poveştii.**

Regula este următoarea: Dacă ai dubii, taie!

4. **Tăiați scena imediat ce informația de bază a fost transmisă,** în

special dacă scena este una statică. Aproape toate materialele video create de studenți pe care le-am văzut până acum puteau fi scurtate cu cel puțin 50% şi astfel cu mult îmbunătățite.

5. **Rezistați tentației de a filma , roti, transfoca şi înclina camera**

pentru a trece de la un cadru la altul. Transfocările şi rotirile pentru trecerea de la un cadrul la altul sunt în general lente şi consumatoare de timp. Tăierea este întotdeauna mai eficienă şi mai rapidă. Folosiți rotirile şi înclinările cameri când aveți nevoie să subliniați / arătați ceva sau când e

necesar să urmăriți mişcarea subiectului. Este adevărat că rotirile, înclinările şi transfocările sunt foarte des întâlnite în materialele video, dar uitați-vă la un film bun de lung metraj – mai ales la cele care au câştigat premii pentru imagine. Rareori găseşti aşa ceva.

6. **Asigurați-vă că subiectul în cauză (actorul) nu poartă alb sau se**

află în dreptul unui fundal alb sau foarte deschis la culoare. Cerul, ferestrele şi luminile dintr-un film constituie cea mai mare problemă. Rezultatul este compresia tonurilor de gri sau pierderea albului. Dacă nu puteți evita astfel de situații, puteți deschide manual diafragma camerei sau să porniți lumina ajutătoare a camerei şi astfel să observați efectul, în timp ce realizați aceste ajustări.

7. **Doar dacă nu montați filmul pe cameră, asigurați-vă că**

observați fluxul video pentru cel puțin 5 secunde înainte de a înregistra fiecare dublă. în caz contrar, mai ales luând în considerare cerințele de editatre, veți descoperi că segmentul filmat va fi imposibil de folosit la montaj.

8. **Inainte de a vă trimite materialul spre evaluare, asigurați-vă mai**

întâi că acesta este sincronizat corect pe bara de timp (aliniați-l la prima secundă a unei unități de 10 secunde).

9. **Pentru interviuri, folosiți întotdeauna un microfon auxiliar şi nu**

microfonul camerei. Folosiți microfonul cât mai aproape de subiect. Dacă nu doriti ca microfonul să vă stea în cale, folosiți o lavalieră sau ascundeți microfonul în apropierea subiectului sau folosiți un microfon directional.

10. **Folosiți muzica instrumentală ca fundal pentru o povestire şi**

nu fragmente muzicale care includ voci, de tipul muzicii rap sau hip-hop. Nu puteți avea două voci active în acelaşi timp şi să vă aşteptați ca publicul să le poată înțelege pe amândouă.

11. **Folosiți imagini alternative pentru un interviu de ori câte ori**

este posibil. Nu păstrați cadrul cu persoana intervievată foarte mult timp, doar dacă aceasta are nişte expersii dramatice sau foarte animate. Ori de câte ori este posibil adăugați în interviu imagini suplimentare care explică sau ilustrează discursul persoanei.

12. **Gândiți atent detaliile şi planificați foarte bine ceea ce aveți**

de filmat înainte de a începe. Nu uitați: cea mai importantă etapă din producție este pre-producția. Plănuiți o varietate vizuală şi audio şi includeți doar acele cadre care sunt esențiale pentru vă a demonstra punctul de vedere. Nu uitați de partea emoțională a conținutului unei producții.

4. Echipamente utilizate

Camera video portabilă: Sony PMW – 320L XDCAM EX 3, alte echipamente din dotarea carului de reportaj.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea acestei lucrări practice, studentul trebuie să ştie să aleagă modul optim de reglare şi filmare a emisiunii în exterior. Să apteze sistemului de filmare la mediu, Să cunoască modul de amplasare şi a modul de filmare cu o cameră sau camere multiple.

6. Exemplu de rezultat aşteptat (studiu de caz/aplicație)

Captarea de imagini în diferite situații impuse de tipul de emisiune la care participă şi sau să explice posibilități alternative de reglare în condiții diferite de filmare în mediul exterior, impuse de tutore.

Lucrarea practica Nr. 13

LP-13 - Realizarea emisiunilor în Studio ;Acomodarea cu atmosfera şi cu procesul de comunicare din Studioul TV

1. Tema lucrării

Realizarea emisiunilor în Studio

Acomodarea cu atmosfera şi cu procesul de comunicare din Studioul TV

2. Obiectivul lucrării de practică

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea mediului de lucru dintr-un Studio TV şi cunoaşterea principalelor comenzi date de regizorul de platou.

3. Descrierea lucrării de laborator (paşii de parcurs de către student)

3.1. Realizarea emisiunilor in studio

Înainte de a vedea cum se desfăşoară producțiile de film într-un studiou, va trebui să ne îndreptăm atenția spre rolul şi responsabilitățile persoanei cheie în acest proces - regizorul.

Rolul Regizorului

În plus față de datoriile şi responsabilitățile subliniate în Modulul 1, munca regizorului presupune să se asigure că personalul tehnic şi a actorii funcționează ca o echipă şi că pe parcursul acestui proces fiecare va munci cât mai bine.

Orice regizor care îşi merită numele, îşi demonstrează măiestria atunci când întreaga sa echipă tehnică, de creație şi echipamentul performează la nivelul aşteptat.

„Mult din respectul şi recunoaşterea pe care oamenii le au pentru un regizor vine din abilitatea lui de a păstra controlul chiar şi atunci când lucrurile nu merg conform planului şi noi proceduri trebuie improvizate pe moment.”

Exemple de situații neaşteptate pot fi: un membru al echipei sau operatorul de cameră se poate îmbolnăvi, o persoană cheie poate refuza să continue filmările dacă nu i se oferă condiții speciale de cazare, o cameră de studiou sau un microfon pot ceda din senin.

Un regizor care oscilează, care trimite semnale confuze sau care nu este capabil să ia o decizie la un moment crucial poate determina paralizarea procesului de producție. În producțiile de scară mare fiecare membru al echipei lucrează la un nivel de stres foarte ridicat. Regizorii trebuie să fie capabili să-şi controleze propria lor tensiune şi anxietate şi să fie în acelaşi timp atenți la abilitățile şi talentul diferit al membrilor echipei sale – ceea ce nu este foarte uşor de îndeplinit atunci când eşti responsabil pentru tot.

O abordare de tip „mână forte” cu cine nu trebuie, poate să distrugă temporar eficiența acelei persoane şi să transforme o situație dificilă într-una dezastruoasă. Similar, o abordare moale care nu transmite respect şi nu subliniază abilități de conducere, poate fi la fel de păguboasă. Cu alte cuvinte, munca unui regizor nu este aceea de a fi un dictator ci de a-i ghida pe ceilalți într-un mod clar şi eficient.

Rolul regizorului într-o producție de dimensiuni medii şi mari este şi acela de a completa Cererea de închiriere a studioului. Studiourile de producție tipice (figura 1) au pregătite formulare special gândite pentru propriile cerințe şi echipamente.

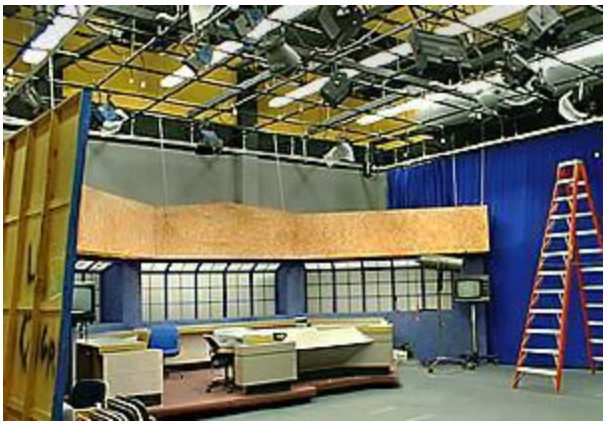


Fig. 1. Studio tipic de producție

Pe această cerere se vor trece datele de începere şi durata repetițiilor şi producției, spațiul, tipul de personal, numărul de camere,

video-uri şi microfoanele necesare. Neanticiparea corectă a necesităților determină întârzieri de ultim moment în a obține ceea ce vă doriți. Chiar mai rău, va trebui să vă descurcați fără de ceea ce aveați nevoie, în special dacă altcineva a închiriat acel echipament fix în aceeaşi perioadă.

Pe lângă utilizarea sa de către managerul de producție pentru a planifica echipa şi echipamentul necesar, acest formular este folosit pentru a anticipa costurile de producție.

Platourile de filmare

Deşi în multe studiouri se utilizează în prezent platourile virtuale, platourile tradiționale, cu ziduri pline sau maleabile, sunt încă utilizate pe scară largă în producțiile de studiou.

Regia

Pentru fiecare înregistrare audio sau video este necesară parcurgerea câtorva paşi de bază în procesul de producție. Întrucât producția implică activitatea unui număr mare de oameni, de la 6 până la peste 60, indicațiile regizorale trebuie exprimate clar şi direct. Chiar şi ordinea cuvintelor contează.

Dacă regizorul spune: „*Tu vei roti către stânga şi apoi în sus camera de filmat atunci când se stinge becul „on-air" la camera unu"* toți operatorii de cameră vor trebui să aştepte finalul propoziției pentru a şti despre care cameră vorbeşte regizorul şi apoi vor trebui să-şi amintească ce indicații au primit. Totuşi, dacă regizorul spune: *„camera unu, atunci când se stinge becul „on-air", roteşte puțin camera la stânga şi în sus"* , primele două cuvinte indică persoana care trebuie să acționeze şi apoi celelalte patru cuvinte indică când trebuie să acționeze şi în final, ultimele opt cuivnte, spun ceea ce trebuie efectiv să facă.

După rostirea primelor două cuvinte membrii echipei ştiu exact că indicațiile îl vizează doar pe operatorul de la camera unu. Această demarcare îi va atrage atenția operatorului de la camera unu iar restul membrilor echipei se pot concentra pe sarcinile lor individuale.

Cuvântul *„când”* îi spune operatorului de la camera unu să nu rotească imediat camera, ci doar să se pregătească pentru o mişcare rapidă atunci când lumina de la becul de „on-air” se stinge. Acest lucru poate însemna să slabească presiunea de pe butoanele de rotire de pe capul de rotire al camerei şi să fie pregătit pentru a acționa – în scurtul interval în care regizorul schimbă unghiul de filmare pentru a filma o reacție rapidă.

Chiar şi o întârziere de o secundă sau două pot face diferența dintre o prezentare sincronizată şi una în care schimbările de producție rămân în urma acțiunii.

Deşi limbajul specific utilizat poate diferi de la un studiou la altul, regizorii tind să folosească o terminologie de bază.

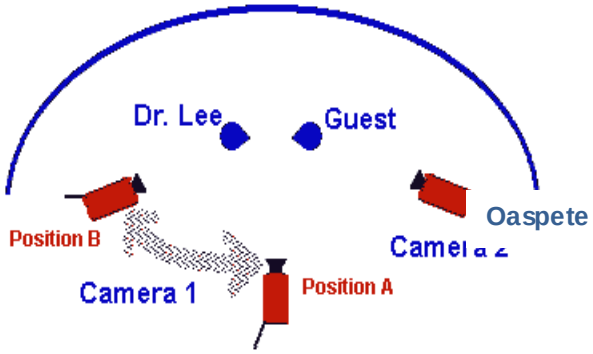


Fig. 2. Poziționarea camerelor pentru interviu

Pentru producția unui interviu, se folosesc două camere, una care se mişcă din poziția A în poziția B. În poziția A, camera va filma dintr-un unghi de deschidere larg. În poziția B, va prelua prim-planuri şi cadre peste umăr.

Din moment ce emisiunea de tip Interviu are alți invitați, în fiecare săptămână şi necesită anunțuri de deschidere şi de închidere diferite, doar muzica de generic este înregistrată în prealabil. Anunțurile de început şi de sfârşit se rostesc în direct din spatele camerelor. Înainte de a trece la desfăşurarea efectivă a talkshow-ului trebuie subliniate câteva lucruri pe care, publicul nu le poate vedea dar care sunt importante pentru producție.

Barele de culoare, Caseta de informații, Cronometrul şi trailerul

În producțiile profesionale, sunt înregistrate de regulă patru elemente care nu sunt vizibile pentru public (figura 3):



Fig.3. Barele de culoare

1. În primul rând, sunt înregistrate pe casetă barele de culoare pentru cel puțin 30 de secunde, care sunt însoțite de informații privind nivelul audio (dB în general) pentru toate canalele audio. Acestea sunt utilizate pentru a seta balansul de culoare, nivelul audio şi video al înregistrării (după cum am văzut mai înainte, pentru unele echipamente de înregistrare aceste setări se realizează automat). Nivelul de alb (prima bara albă) şi barele de culoare primare (bara roşie, verde şi albastră) şi secundare (magenta, cyan şi galben) ar trebui să se înregistreze correct pe ecranul unui televizor sau pe un vectorscop.

2. După barele de culoare, avem şi caseta cu informații (vizibilă în Figura 4.) care poate fi generată de cameră sau electronic.



Fig.4. Caseta cu Informații (Clapeta)

În momentul apariției Clapetei, prezentatorul citeşte următoarele informații despre program:

- titlul programului
- titlul şi numărul episodului
- data (şi pe cât posibil numărul echipamentului de înregistrare)
- formatul audio (mono, Dolby 5.1, etc.)
- posibil alte detalii de captura şI alte informații

Aceste informații vor varia în funcție de echipamentele de înregistrare şi tipul producției.Caseta de informații de mai sus conține codurile de timp utilizate în înregistrare. Cerințele rețelelor specifică clar un cod de start de tipul 01:00:00:00 pentru primul program înregistrat. După acestea, există un cronometru electronic care începe la 10 secunde şi merge pentru 2 secunde.

1. După apariția Clapetei,trebuie să apară timp de fix 2 secunde un ecran negru şi linişte înainte de începerea programului. Această temporizare precisă face posibilă rularea unei casete (dacă utilizați casete video) pentru o anumită prestație şi introducerea ei la momentul potrivit. Întregistrarea pe hard-disck-uri şi anumite aparate video permit pornirea instantanee. Aceasta înseamnă că poți opri şi face stop cadru pe ecran pentru prima secundă a înregistrarii de pe casetă şi să te aştepți ca acel segment să pornească automat atunci când este nevoie.
2. La sfârsitul producției, specificațiile rețelei implică existența după scena finală (în general după generic) a programului a unor minute de ecran negru şi lipsa sonorului cu codul de timp aferent.

Acum să ascultăm conversația prin cască a regizorului pentru primele câteva minute ale unui simplu interviu. Presupunem existența unei casete de informații pe ecran şi utilizarea unei casete video pentru înregistrarea programului. Exemplificarea s-a făcut folosind poziționarea camerelor din figura 2.

Comentariile regizorului	Explicații
Liniște pe platou.	Aceasta înseamnă atenție şi liniște pe platou. Comanda este dată înainte cu 15-30 de secunde înainte de a începe înregistrarea.
Pregătiți să dați drumul la casetă.	Se pregăteşte pornirea casetei pe care se va înregistra emisiunea.
Rulați caseta	Începe rularea casetei iar când este stabilizată operatorul strigă „viteză” (speed).
Pregătiți înregistarea barelor de culoare şi a tonului.	Testul electronic (electronic test pattern ETP) şi tonul audio este înregistrat la nivelul de referință (în general, 0dB). Acest segment este utilizat pentru a seta echipamentul de redare.
Înregistrati barele de culoare şi tonurile	 Acest pas poate dura cel puțin 15 secunde, dar acesta depinde efectiv de specificațiile tehnice ale aparaturii electronice utilizate.
Camera unu, atenție la caseta de informații, pregăteşte-te să anunți caseta	În situația în care caseta nu este generată electronic, primul cadru al camerei este caseta de informații.
Dubla unu. Citeşte caseta.	În acest timp prezentatorul citeşte informațiile de identificare de bază ale programului de pe clapetă.

Aşteaptă ecran negru.

Cadru negru.	Directorul tehnic, taie pregătind un cadru negru.
Camera doi, pregăteşte prim-planul cu prezentatorul X, pregăteşte microfonul, pregăteşte-te să începi.	Programul se va deschide abrupt (fără nicio introducere) cu un prim-plan al prezentatorului X. Acest truc intenționează să atragă atenția şi să introducă invitatul şi tema emisiunii.
Acțiune camera doi, microfon, începe!	Camera doi începe transmisia cu un prim plan al prezentatorului X, porneşte microfonul şi îi dă semnal să înceapă.
Camera unu pregăteşte-te pentru invitat.	
Acțiune camera unu!	Prezentatorul X anunță subiectul şi face primele referiri la invitatul emisiunii. Când prezentatorul X menționează numele invitatului, regizorul face o trecere de 2-3 secunde la prim-planul invitatului (care tocma ii ascultă introducerea) şi apoi se întoarce la prezentatorul X la camera doi.
Pregătiți cadrul negru şi pregătiți-vă să rulați reclamele pe caseta 4	
Da-ți drumul la caseta 4. Cadru negru. Taie.	Reclamele sunt difuzate şi oprite imediat ce acestea se termină. Persoana de la audio redă sonorul reclamelor fără o pregătire anterioară. (Scenariul fiecăruia ar trebui să conțină informații de bază, precum numărul echipamentelor de redare

	etc. Unele lucruri precum tăierea microfoanelor atunci când nu este nevoie de ele, se realizează fără ca regizorul să mai specifice asta.)
Camera 1 întoarce la stânga pentru unghiul larg.	În timpul reclamei, camera 1 se va repoziționa pentru unghiul larg de deschidere (vezi desenul de mai sus) Acest cadru va fi folosit pentru a poziționa genericul de început al emisiunii.
15 secunde. Linişte în studiou.	
Pregăteşte anunțul de deschidere şi genericul.	
Camera unu pregăteşte unghiul larg, camera doi pregăteşte prim-planul cu prezentatorul X. Pregăteşte sincronizarea cu titlul programului.	
Camera 1 actiune! Porneşte muzica, titlul emisiunii.	Când reclama se termină, un unghi larg este filmat cu camera unu, tema muzicală este pornită iar titlul emisiunii este rulat pe ecran.
Estompează muzica şi citeşte.	Volumul muzicii este estompat iar anunțul de deschidere al emisiunii este citit de prezentator. Acest anunț va include probabil titlul emisiunii, tema şi numele gazdei emisiunii.

Motor, camera doi cu prim-plan pe prezentatorul X. Pregătiți microfoanele. Acțiune camera doi, microfon, porneşte!	Acesta este un prim-plan cu gazda emisiunii, prezentatorul X care face o prezentare completă a invitatului zilei şi pune prima întrebare.
Camera 1, pregăteşte prim-planul cu invitatul.	În acest timp camera 1 întroarce camera din poziția de deschidere şi se poziționează pentru prim-planul cu invitatul emisiunii. Prezentatorul X prin prezentarea pe care o face maschează rasucirea şi repoziționarea camerei.
Camera 1 acțiune!	Invitatul răspunde la prima întrebare. Emisiunea continuă alternând prim-planurile gazdei cu cele ale invitatului. Ocazional, camera se va retrage pentru a putea filma cadre peste umăr. Închiderea emisiunii este similară cu începutul

Excluzând reclama, toate cele de mai sus durează mai puțin de un minut de producție. În timpul celor 30 de secunde în care gazda pregăteşte încheierea emisiunii camera unu se roteşte către dreapta pentru o poziție intermediară şi se retrage (zoom-out). Acest cadru poate fi utilizat (posibil cu lumini estompate în studiou) ca fundal pentru genericul final şi anunțul de încheiere.

Chiar dacă acesta este un exemplu de emisiune cu un format de tip vechi, acesta ilustrează toate detaliile din spatele camerei pe care trebuie să se concentreze regizorul (şi poate reprezenta un bun exercițiu de laborator).

Comanda "Standby"

Observați că regizorul foloseşte foarte des termenii de standby sau ready (pregatiți). În timpul producției, membrii echipei se gândesc sau fac în mod normal mai multe lucruri în acelaşi timp, inclusiv să asculte

două tipuri de intrări audio – casca şi sunetul emisiunii. Standby-urile le anunță evenimentele următoare. De asemenea ele îl protejează pe regizor. Dacă s-a anunțat un standby într-un timp rezonabil, atunci regizorul este îndreptățit să se aştepte ca membrii echipei la care se referă aceste indicații să fie pregătiți să acționeze – sau să comunice rapid regizorului dacă există o problemă.

Dacă regizorul ar striga direct „acțiune” când operatorul de cameră nu este pregătit, publicul poate vedea cum se focalizează imaginea. Din moment ce nici o comandă de stabdby nu a fost dată, regizorul nu poate da vina pe cameraman.

Semnalele de studiou

Deşi regizorul de emisie se poate folosi de cască pentru a transmite instrucțiuni echipei, transmiterea instrucțiunilor către cei de pe platou atunci când se filmează se face cel mai adesea în linişte prin intermediul regizorului de platou folosind semne.

Pentru a face asta, regizorul de platou foloseşte gesturi stabilite anterior. Pentru ca cei de pe platou să poată vedea rapid şi uşor aceste semne, aceste semne trebuie să fie date din partea dreaptă a operatorului. Astfel, operatorul nu trebuie să se uite în permanență după aceste semne în timp ce filmează.

Unghiurile de filmare

În timpul unui interviu expresia feței şi a ochilor comunică foarte multe lucruri – chiar mai multe decât spune prin cuvinte persoana care este intervievată.

Cadrele profil (în cazul nostru, echivalente cu prim-planurile camerei în poziția A) de cele mai multe ori ascund aceste detalii importante. Un prim-plan al invitatului din poziția B, precum şi prim-planul prezentatorul X din poziția camerei 2, conferă cadre de forță.

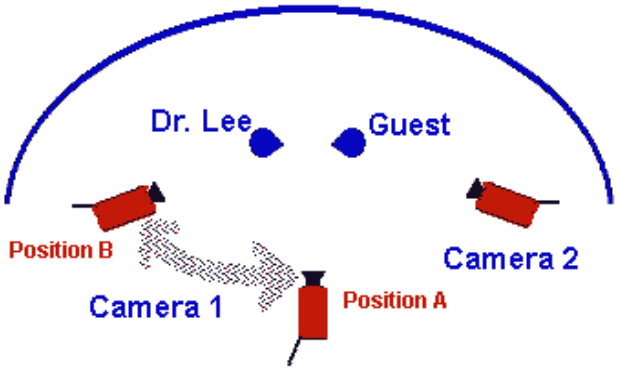


Fig. 5. Poziționarea camerelor – unghiuri de filmare

Aceste unghiuri de filmare oferă o varietate de cadre. Pe de-o parte avem un prim-plan al persoanei care vorbeşte şi, dacă se slăbeşte puțin focalizarea (zoom-out), un cadru peste umăr care poate fi folosit pentru a surprinde comentariile persoanei care se află cu spatele la cameră.

Necesitatea anticipării

Un talent deosebit al regizorului este acela de a reacționa rapid la schimbările care intervin în acțiune. Dar a reacționa implică un timp de întârziere. De fapt, timpul total de reacție este egal cu timpul cumulat implicat de: recunoaşterea nevoii unei anumite acțiuni, comunicarea indicațiilor membrilor echipei, răspunsul lor – sau comunicarea indicațiilor către directorului tehnic şi transmiterea lor mai departe. Toate acestea reprezintă o întârziere de câteva secunde.

Deşi nu pare mult, atunci când publicul este obişuit să vadă că producția se sincronizează cu acțiunea din fața camerelor de luat vederi, această întârziere se decontează pe seama regizorului care a rămas în urma acțiunii.

Soluția cea mai simplă este aceea ca regizorul să încerce să anticipeze acțiunea. În timpul unui interviu un regizor trebuie să fie în stare să simtă când întrebarea gazdei este aproape de final şi când răspunsul este pe cale să înceapă. Prin comanda standby spusă din timp şi cererea ca o cameră să înceapă înregistrarea cu un moment înainte de a fi necesar, un regizor va putea să taie la o cameră şi să treacă la alta în timp util.

De asemenea, prin vizionarea monitorului cu imagini „off-air” din camera de control, regizorul va putea adesea să vadă în ce moment

persoana din imagine este pe cale să întrerupă discursul celuilalt saă să reacționeze vizual la cele spuse. Folosind aceste indicii, un regizor bun va putea cel mai adesea să prevadă cele ce se vor întâmpla. Acest lucru este mult mai simplu de făcut atunci când camerele şi sursele video sunt grupate împreună pe un ecran plat, cu ferestre multiple (despre asta vom vorbi în următorul modul).

4. Echipamente utilizate

Specifice existente în Studioul TV

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea acestei lucrări practice, studentul trebuie să ştie să aleagă modul optim de reglare şi filmare a emisiunii în exterior. Să apteze sistemului de filmare la mediu, Să cunoască modul de amplasare şi a modul de filmare cu o cameră sau camere multiple.

6. Exemplu de rezultat aşteptat (studiu de caz/aplicație)

În urma parcurgerii activității practice, studentul trebuie să realizeze concret: Stabilirea poziționării camerei, cunoască limbajul şi comenzile Regizorului, să ştie să fixeze barele de culoare, Caseta de informații; să înțeleagă comanda „Stand By” şi să ştie să poziționeze camerele pentru captură din diferite unghiuri.

Lucrarea practică Nr. 14

LP-14 – Lentile, Obiective, reglaj diafragmă şi filtre

1. Tema lucrării

Lentile, Obiective, reglaj diafragmă şi filtre

2. Obiectivul lucrării de practică

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor practice legate de construcţia şi reglarea obiectivelor şi formarea abilităţilor de alegere şi folosire a obiectivelor şi filtrelor potrivite pe parcursul realizării transmisiei TV.

3. Descrierea lucrării de laborator (paşii de parcurs de către student)

3.1. Lentile – noţiuni de bază

In afară de a proteja câteva elemente şi de a le curăţa în mod ocazional, un om obişnuit nu îşi abate prea mult atenţa asupra lentilelor unei camere. Totuşi, lentilele au un efect major asupra modului în care publicul va percepe subiectul. Cameramanul care înţelege acest aspect, va putea dispune de un potenţial creativ uriaş.

Pentru a putea desluşi dimensiunile acestui potenţial creativ, haideţi să privim mai în detaliu câteva noţiuni de bază despre lentile, începând cu unul dintre atributele sale de bază: distanţa focală. Distanţa focală influenţează înfăţişarea subiectului sub multe aspecte.

3.1.1.Distanţa focală

Definim distanţa focală ca distanţa de la centrul optic al lentilei la planul camerei video, atunci când lentila este focalizată la infinit. Considerăm că orice obiect aflat la o mare distanţă se află la infinit. Pe lentila unei camere simbolul ∞ (un “8” răsturnat) desemnează infinitul.

Din moment ce distanța dintre obiectul țintă şi lentilă se măreşte atunci când focalizăm lentila pe un obiect mai apropiat decât infinitul (vezi figura nr 1), folosim infinitul ca măsură standard pentru măsurarea distanței focale.

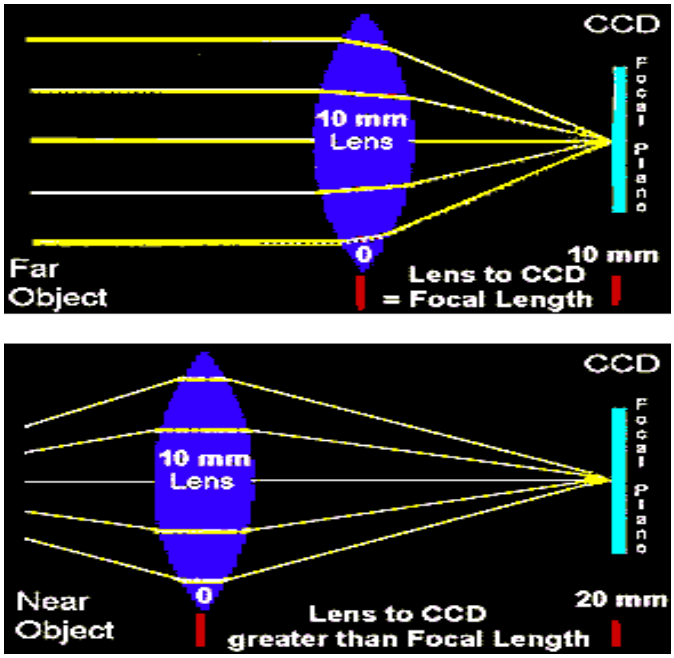


Fig. 1. Distanța focală (obiect depărtat/obiect apropiat)

Distanța focală se măsoară în general în milimetrii. In cazul lentilelor cu distanță focală fixă, putem vorbi de lentile de 10mm, 20mm, 100mm etc. Aşa cum vom vedea în continuare, această denumire ne va spune multe despre modul în care lentila va reproduce subiectul nostru de interes.

3.1.2.Lentilele de transfocare şi lentilele primare



Fig. 2. Lentile transfocatoare

Lentilele de transfocare au început să fie utilizate la începutul anilor ’60. Inainte de apariția lor, camerele TV foloseau lentile cu distanțe focale diferite montate în partea anterioară a camerei pe o turelă rotitoare, aşa cum se poate vedea în figura 2. Operatorul de cameră rotea fiecare lentilă pe poziție şi focaliza atunci când camera nu transmitea în direct.

Astăzi, marea majoritate a camerelor folosesc lentile de transfocare. Spre deosebire de cele patru lentile ilustrate în dreapta, care operează fiecare doar pentru o anumită distanță focală, distanța focală efectivă a unei lentile transfocatoare poate varia continuu. De fapt, acest lucru înseamnă că lentilele pot trece de la un unghi larg, la prim-planuri. Pentru a face acest lucru posibil, lentilele transfocatoare folosesc numeroase elemente din sticlă, fiecare din ele fiind atent tăiate, lustruite şi poziționate. Distanța dintre aceste elemente se măreşte pe măsură ce se realizează transfocare.

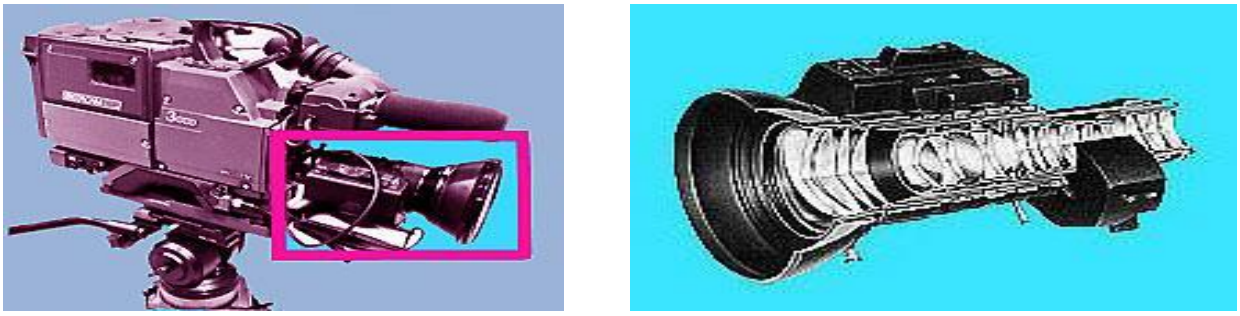


Fig. 3. Poziționarea lentilelor (dreapta) la obiectivul transfocator (stânga)

In cazul lentilelor primare, distanța focală a lentilelor nu poate fi modificată. Ar însemna să ne întoarcem în timp dacă am utiliza lentile primare sau lentile care funcționează cu o singură distanță focală? Nu neaparat. Unii fotografi profesionişti şi directori de imagine -- în special cei care lucrează cinematografie – consideră că lentilele primare dau rezultate mult mai predictibile. (Evident, depinde foarte mult şi de lentilele cu care eşti obişnuit să lucrezi!) Lentilele primare vin şi ele în forme specializate, de exemplu, unghi super amplu, super telefoto, super rapid (ex. Transmite mai multă lumină). Totuşi pentru o utilizare normală lentilele de transfocare sunt mult mai uşor şi rapid de utilizat. Cele mai

noi lentile transfocatoare pentru HDTV sunt extrem de exacte – aproape la fel de exacte ca cele mai bune lentile primare.

3.1.3.Unghiul de focalizare

Unghiul de focalizare este direct asociat cu distanța focală a lentilei. Cu cât este mai mare distanța focală (în milimetrii), cu atât mai îngust este unghiul focal (în grade). Această relație se poate observa în figura 4, în care se arată diferite unghiuri focale pentru diferite distanțe focale de lentile primare.

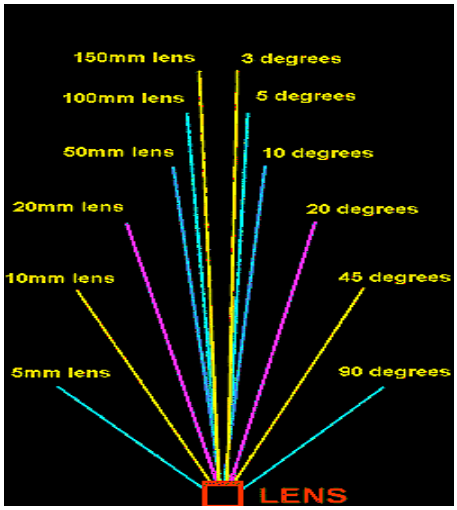


Fig. 4. Unghiuri focale pentru diferite distanțe

O lentilă telefoto (sau o lentilă transfocatoare care operează la distanță focală maximă) are un unghi focal foarte mic. Deşi nu există o definiție exactă pentru termenul telefoto, considerăm că unghiurile între 3 şi 10 grade, aşa cum sunt prezentate în desen, desemnează aria telefoto. Partea de jos a imaginii (cuprinsă între 45 şi 90 de grade) reprezintă aria cu unghi de focalizare larg/amplu.

Unghiul de focalizare normal se regăseşte între cele două arii de mai sus. Cu camera poziționată în acelaşi punct, o lentilă cu distanță focală mică creează un unghi de focalizare larg iar o distanță focală

mare creează o imagine mărită în cameră. În figura 5 (două imagini) se ilustrează acest fapt.



Fig. 5. Variația dimensiunii imaginii funcție de distanța focală

Cu alte cuvinte, atunci când dublați distanța focală a lentilei, dublați dimensiunea imaginii obiectului dumneavoastră țintă şi vice-versa.

Un alt aspect în utlizarea unor lentile cu distanțe focale diferite la distanțe diferite este acela al cantității de fundal pe care îl veți include în imagine. În figura 6 se arată diferențele dintre unghiurile telefoto, normal şi larg ale unor lentile (în acest caz 70mm, 20mm, 10mm şi 5mm). Deşi subiectul rămâne acelaşi, diferențele din zona de fundal, determinate de distanța focală, sunt remarcabile.

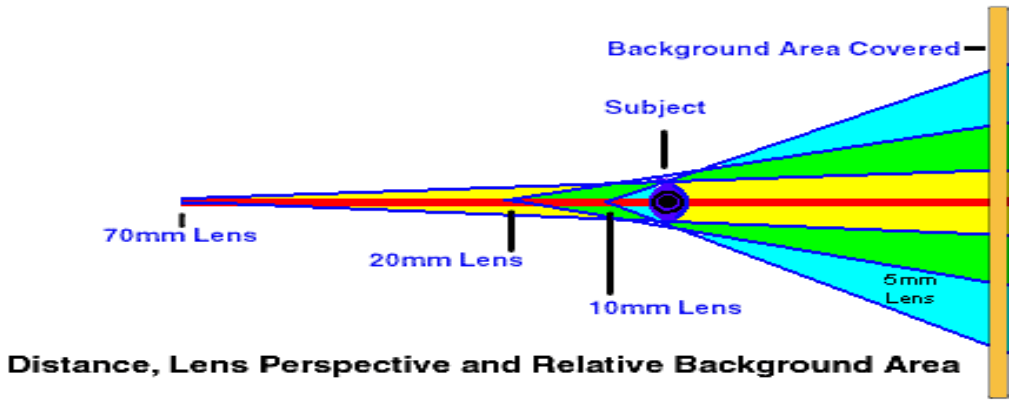


Fig. 6. Diferențele dintre unghiurile telefoto, normal şi larg ale unor lentile

3.1.4.Transfocarea sau Dolly

Un alt mod de a modifica aria acoperită de cameră este de a mişca camera mai aproape sau mai departe de subiect. (cu ajutorul sistermului dolly - păpuşă). Deşi aparent se poate considera că această mişcare ar produce aceleaşi efecte precum transfocarea, această afirmație nu este chiar adevărată. Atunci când se utilizează transfocarea, se măresc optic elementele mai mici din imagine pentru a umple cadrul. Atunci când se mişcă camera, se mută fizic întregul aparat mai aproape sau mai departe de subiect. Astfel, subiectul central şi fundalul sunt văzute ca şi cum v-ați apropia sau îndepărta de el. Anumiți regizori, în special în cazul filmelor de acțiue, preferă efectul mult mai natural al mutatului întregii camere (dolly), deşi e mult mai greu de operat.

Rata de transfocare (Zoom Rate)

Rata de transfocare se utilizează pentru a defini aria distanței focale a unei lentile de transfocare. Dacă aria maximă prin care o anumită lentilă poate fi transfocată este de la 10mm la 100mm, se spune că ai o rată de transfocare de 10:1 (de 10 ori distanța de focalizare minimă). Această rată vă poate spune ceva semnificativ dar nu vă spune şi care este distanța minimă şi maximă de focalizare. Un obiectiv cu o rată de transfocare de 10:0 poate avea de la 10 la 100mm sau 100 la 1,000mm distanță focală iar diferența este semnificativă. Pentru a rezolva această problemă, vom denumi prima lentilă o lentilă transfocatoare de 10 cu 10 (10x10) iar pe a doua lentilă transfocatoare de 100 cu 10 (100x10). Aşadar o lentilă transfocatoare de 12x20 va avea o distanță de focalizare minimă de 12mm şi o distanță focală maximă de 240mm.

Obiectivele transfocatoare de pe cele mai multe camere portabile de teren au rate de transfocare cuprinse între 10:1 şi 30:1. În figura 7 se demonstrează efectul de transfocare de la un unghi larg la un unghi telefoto cu o lentilă de transfocare cu o rată de 30:1.

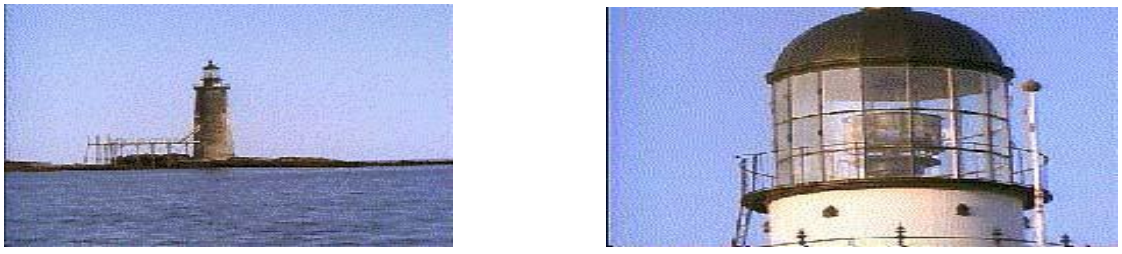


Fig 7. Efectul de transfocare

Deşi un producător oferă o lentilă transfocatoare cu o rată de 200:1 (lentila costă mai mult decât camera), rata de transfocare utilizată pentru transmisiunile sportive este în general de 70:1. O cameră cu o lentilă transfocatoare de 70:1 poate filma un cadrul larg al terenului de fotbal în timpul meciului şi apoi poate transfoca pentru a umple ecranul cu un jucător care stă la mijlocul terenului.

3.1.5. Obiective transfocatoare motorizate

La început operatorul de cameră transfoca lentila prin apăsarea unui sistem bielă-manivelă. Azi, motoarele incluse cu viteze variabile realizează această operație mult mai precis şi mai uşor. Ne vom referi la aceste motoare electrice de transfocare folosind termenul de transfocare servo controlată, (servo-controlled zooms).

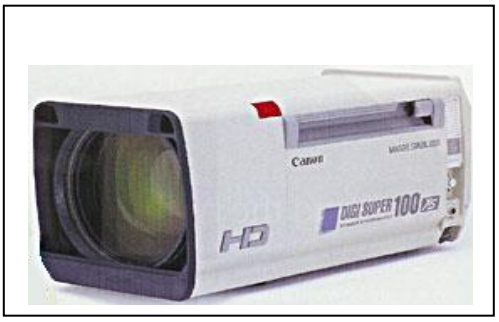


Fig. 8. Obiectiv transfocator motorizat

Deşi obiectivele transfocatoare care utilizează acestă tehnologie pot furniza o transfocare precisă la viteze variate, regizorii preferă utilizarea unor transfocatoare manuale pentru transmisiile sportive, deoarece operatorul le poate ajusta mult mai rapid între cadre. Deseori, aceasta face diferanța dintre a prinde un cadru bun al acțiunii sau a-l pierde.

3.1.6.Obiective suplimentare

Deşi marea majoritate a operatorilor lucrează în limitele obiectivelor cu care au fost furnizate camerele, există posibilitatea de a modifica distanța focală a acestora (atât primare cât şi transfocatoare) prin

adăugarea unor lentile suplimentare, pozitive sau negative. De obicei acestea se ataşează în faţa obiectivelor standard ale camerei. Lentilele suplimentare pot mării sau micşora distanţa focală de bază şi zona de acoperire a lentilelor.

Obiective: distanţă, apertură şi perspectivă

Diferenţele de distanţă focală ale obiectivelor influenţează nu doar dimensiunea imaginii, ci şi:

- distanţa aparentă dintre obiectele din scenă
- viteza aparentă a obiectelor aflate în mişcare, către sau dinspre cameră
- dimensiunea relativă a obiectelor aflate la distanţe diferite.

3.2. Scurtarea distanţei

Un obiectiv cu distanţă focală mare ataşat la cameră va crea senzaţia unei scurtări a distanţei dintre obiect şi planul în care se află obiectivul.

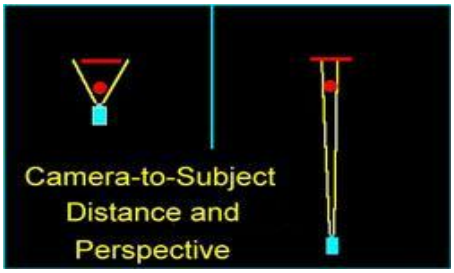


Fig. 9. Diferenţa dintre distanţa cameră-obiect

În figura 9 se prezintă diferenţele între distanţa cameră-obiect, iar în figura 10 şi 11 se pot observa diferenţele majore pe care le induce această distanţă asupra fundalului filmat.





Fig 10. Distanța Cameră-obiect = 1m cu obiectiv cu unghi larg.

Fig 11. Distanța Cameră obiect = 30m cu obiectiv de tip telephoto.

3.3. Stopurile „f' -(punctele de deschidere ale diafragmei) şi tehnicile creative de focalizare

Pisicile şi bufnițele pot vedea mai bine decât oamenii în condiții de luminozitate redusă, pentru că lentilele din ochii lor permit captarea unei mai mari cantități de lumină. Putem spune că viteza luminii lentilelor din ochii lor este mai mare decât a noastră.

Definim viteza lentilelor, drept cantitatea maximă de lumină care poate pătrunde prin lentilă şi atinge ținta (film sau hârtie fotografică). Totuşi nu este dezirabil să transmitem cea mai mare cantitate de lumină prin lentile, şi astfel vom avea nevoie de un mod de a o controla. Aşa cum pupila unui ochi se ajustează automat la diferite nivele de luminozitate, tot aşa diafragma (IRISUL) unei camere permite controlarea cantității de lumină care trece prin lentile – figura 12.

In condiții de luminozitate foarte scăzută, pupila unui ochi se deschide aproape complet pentru a lăsa să intre maximul de lumină. Invers, în lumină puternică, pupila se contractă pentru a evita pătrunderea unei cantități mari de lumină şi supraîncarcă celulele fotosensibile dispuse in spatele ochiului.



Fig. 12. Asemănare diafragmă aparat şi pupila ochiului uman

In acelaşi fel, cantitatea de lumină care atinge ținta unei camere TV trebuie controlată cu ajutorul diafragmei situate la jumătatea lentilei. (vezi imaginea de sus dreapta). Prea multă lumină va supraexpune şi tăia culoarea imaginii; prea puțină lumină va duce la pierderea detaliilor din zonele mai întunecoase ale imaginii. Diafragma se poate ajusta foarte uşor, de la o deschidere mică la cea mai mai mare. Ne vom referi la punctele de deschidere ale diafragmei folosind termenul de F-uri.

F-ul vine de la factor. O poziție „f" reprezintă raportul dintre deschiderea lentilei şi distanța focală. Mai exact, un F reprezintă distanța focală împărțită la dimensiunea deschiderii lentilei.

f-stop = distanța focală / dechiderea lentilei

Această formulă matematică explică setul ciudat de numere utilizat pentru a defini varietatea de f-uri disponibile, precum şi faptul că cu cât este mai mică valoarea unui f, cu atât o lentilă va transmite mai multă lumină. Cu alte cuvinte, valoarea lui f este invers proporțională cu cantitatea de lumină transmisă de lentilă.

Astfel:

1.4, 2.0, 2.8, 4.0, 5.6, 8, 11, 16, 22

<== mai multă lumină mai puțină lumină ==>

Rar vedem f-uri de tipul f/1.2, f/3.5 sau f/4.5 Acestea sunt poziții de mijloc între f-urile generale şi pentru anumite lentile acestea desemnează deschiderea maximă (apertura) lentilei. Figura 13 prezintă comparația dintre diferite valori ale f-urilor.



Fig. 13. Comparația între diferite valori ale f-urilor

Am observat că viteza unei lentile este egală cu valoarea sa maximă f. Atunci, f/1.4 desemnează viteza lentilei.

Deschiderea diafragmei cu un f (de la F/22 la F/16, de exemplu) reprezintă o creştere cu 100% a cantității de lumină care pătrunde prin lentilă. Invers, trecerea de la F/16 la F/22 reduce cu 50% cantitatea de lumină care trece prin lentilă.

Cu alte cuvinte, când deschideți diafragma cu un f, dublați cantitatea de lumină care pătrunde prin lentilă; când închideți diafragma cu un f, reduceți la jumătate cantitatea de lumină care pătrunde prin lentilă.



Fig. 14. Inel reglaj diafragmă – setări f-uri

Aşadar, cum veți utiliza aceste cunoştințe? Odată ce veți înțelege limita în care se deplasează f-urile, veți şti în ce fel să ajustați diafragma lentilei pentru a compensa pentru o imagine în care aveți prea multă sau prea puțină lumină – un aspect de importanță majoră pentru calitatea video.

Camerele cu expunere automată vor utiliza un motor electric pentru a deschide şi a închide automat diafragma ca răspuns la condițiile variate de luminozitate. Producătorii de aparatură profesională vor marca valorile f-urilor pe corpul cilindric al lentilelor şi uneori şi pe monitoarele camerelor. (Observați setările f-urilor din figura 14). Este foarte important pentru profesionişti să înțeleagă şi să poată utiliza conceptul de f. Pentru a nu-i pune în dificultate pe clienții-utilizatori mai puțin avansați cu asemenea concepte sofisticate, producătorii nu mai imprimă valorile f-urilor, iar ajustarea diafragmei se face automat. Totuşi, în funcție de anumite cicumstanțe este posibil ca camera să nu ajusteze în mod automat corect diafragma.

3.4. Adâncimea câmpului

Definim adâncimea câmpului ca aria suprafeței din fața camerei, clar focalizată. Teoretic, dacă focalizăm camera la o anumită distanță, doar anumite obiecte, care se află exact la acea distanță se vor afla în aria cu ceea ce numim claritate puternică (complete sharp), iar obiectele din fața sau din spatele acelei arii vor avea diferite grade de neclaritate. In prezent, ariile din fața sau spatele punctului de focalizare pot fi acceptabil de clare. Termenul acceptabil de clare este unul subiectiv. O imagine nu devine dintr-o dată neacceptabil de neclară de la un anumit punct în colo. Tranziția de la focalizare totală la neclaritatea imaginii este graduală.

Pentru motive de ordin practic, am atins limitele clarității atunci când detaliile au devenit în mod obiectiv imposibil de distins între ele. Acestea vor varia şi ele în funcție de mediul în care filmați. Aria de cuprindere a ceea ce se consideră o claritate acceptabilă la televiziunea NTSC (SDTV) este mai mare decât cea în cazul HDTV. In cazul HDTV, claritatea superioară a mediului relevă mult mai puternic problemele de claritate.

3.4.1. Adâncimea câmpului şi f-urile

Cu cât este mai mare valoare f-ului (adică, cu cât este mai mică deschiderea diafragmei şi cu cât intră mai puțină lumină), cu atât mai mare este adâncimea câmpului. Aşadar, adâncimea câmpului unui obiectiv pe care îl vom potrivi la f/11 este mai mare pentru aceeaşi lentilă dacă am fi potrivit-o la f/5.6 iar adâncimea va fi mai mare pentru f/5.6 decât cea pentru f/2.8. Cu excepția unor plim-planuri extreme, adâncimea câmpului se extinde cu o treime în fața punctului de focalizare şi cu două treimi în spatele acestuia. Figura 15 ilustrează acest lucru.

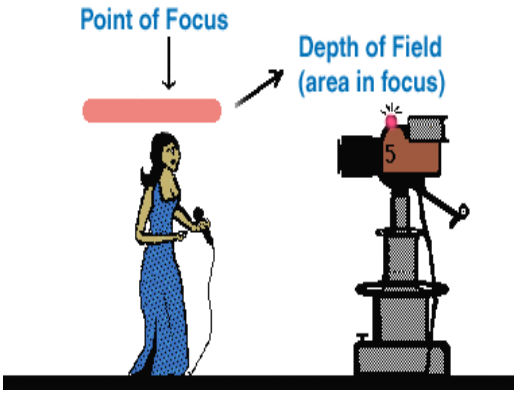


Fig. 15. Variația adâncimii câmpului

3.4.2. Adâncimea câmpului şi distanța focală

Deşi în mod obişnuit (şi eronat) se afirmă că adâncimea câmpului depinde de distanța focală, acest lucru nu este adevărat. Motivul, de natura tehnică, a fost explicat de curând într-un articolul din Ianuarie 2009 despre Videografie. Deşi adâncimea câmpului pare a fi legată de distanța focală a lentilei, aceasta este doar o relație aparentă. Atâta timp cât aceeşi dimensiune a imaginii este păstrată în focar, toate lentilele de acelaşi tip, setate la a aceeaşi valoare a f-ului vor obține aceiaşi adâncime a câmpului indiferent de distanța focală. O lentilă cu unghi larg se pare că are o adâncime de câmp mai mare decât o lentilă telefoto pentru că problemele de claritate ale imaginii create de o astfel de lentilă sunt compresate şi deci invizibile. Dacă măriți o porțiune dintr-o astfel de imagine obținută cu o lentilă de unghi larg – o secțiune egală cu porțiunea de imagine creată cu o lentilă telefoto – veți descoperi că adâncimea câmpului este similară.

3.5. Focalizarea unei lentile

Următoarea secțiune presupune utilizarea unei camera cu focus manual, sau în cazul camerelor cu focus automat, că le utilizați având dezactivată această opțiune. La o primă vedere se poate spune că focalizarea unei lentile înseamnă doar să obții o claritate a lucrurilor. Adevărat, însă este puțin mai complicat decât atât.

Este evident la acest moment că va trebui să focalizați lentila după ce ați transfocat imaginea pentru un prim-plan (folosind distanța focală

maximă). Din moment ce erorile de focalizare vor fi extrem de evidente acum, procesul de focalizare pare mult mai uşor şi clar de acum. Odată focalizat, puteți transfoca înapoi (zoom) lentila la orice distanță focală de care aveți nevoie. Dacă scena implică prezența unei persoane, veți dori să focalizați pe lumina care strâluceşte într-unul din ochi pentru două motive: ochii sunt de obiecei primul lucru la care ne uităm atunci când privim un om, iar focalizarea pe acest punct mic şi luminos este facilă. Dacă nu transfocați pentru a focaliza, ci să focalizați în timp ce mențineți un cadru larg, inevitabil veți observa că atunci când veți transfoca imaginea, focalizarea va dispărea. (Cu siguranță acest fapt va mări erorile de focalizare care nu erau observabile anterior.)

3.5.1. Focalizarea camerelor HDTV

Complicarea aspectelor legate de focalizare constă în cazul camerelor de înaltă rezoluție în faptul că erorile de focalizare sunt foarte uşor observabile. Dar nivelul de corectitudine a focalizării pentru materialele video de înaltă rezoluție nu sunt uşor de evaluat folosind monitoarele/vizoarele camerelor – mai ales pentru camerele cu vizoare de mici dimensiuni.

O soluție ar fi să conectați ieşirea camerei HDTV la un monitor HD şi să folosiți această imagine drept ghid. O altă soluție ar fi să folosiți un soi de asistență electro-mecanică de focalizare. Vom discuta despre asta mai în detaliu atunci când vom discuta despre lentilele cu focalizare automată.

3.5.2.Focalizarea selectivă

Una dintre uneltele cele mai creative de care se poate întrebuința un fotograf sau un operator de imagine este chiar tehnica de care am discutat ceva mai devreme: focalizarea selectivă – asigurarea că anumite lucruri sunt focalizate si altele nu. Această tehnică permite orientarea atenției către alte lucruri mult mai importante şi departe de acele lucruri care o pot distrage sau care ar trebui să rămână ascunse.

Focalizarea selectivă este utilizată pe scară largă în producția de film şi este adesea asociată cu „aspectul de peliculă” pe care multi îl găsesc foarte atractiv.



Fig.16. Diferențe imagine clădire/persoană prin defocalizare

Să luăm în considerare figura 16. Prin defocalizarea clădirii şi a ziarului, femeia apare clar în imagine nefiind perturbată de alte elemente vizuale. Dacă scena este uşor iluminată, precum aceasta, va trebui să utilizați o viteză crescută de închidere a obturatorului sau chiar un filtru de reducere a densității neutre a luminii, ceea ce vă va permite să deschideți diafragma fără a supraexpune imaginea video. In plus, aşa cum am menționat mai devreme, utilizarea unei lentile telefoto de rezervă sau unei lentile transfocatoare poate aduce un plus efectului de focalizare selectivă.

3.5.3.Focalizarea mişcării (Follow focus)

In producția video un subiect aflat în mişcare se poate deplasa în afara limitei adâncimii câmpului dacă operatorul nu refocalizaează discret lentilele. Profesionişții ştiu în ce direcție să controleze focalizarea pentru a menține claritatea unui subiect aflat în mişcare. Amatorii livrează deseori o imagine uşor neclară, nefocalizată pentru câteva secunte prin mişcarea roții de focalizare în direcția greştită. Tehnica de focalizare a mişcării se foloseşte pentru a adapta focalizarea pentru subiecții care se deplasează în cadru. A nu se confunda cu următorul concept.

3.5.4. Focalizarea Rack (Rack focus)

Acest tip de focalizare este similar cu focalizarea selectivă, excepție făcând faptul că operatorul de cameră schimbă focalizarea pentru a muta atenția privitorului dintr-o parte în cealaltă.



Fig. 17. Diferențe de focalizare

In figura 17, femeia (focalizată) doarme. Când sună telefonul, focalizarea se mută rapid pe telefonul din dreapta. In timp ce ridică receptorul şi începe să vorbească, focalizarea se mută iar pentru a o aduce în prim-plan.

Pentru a putea folosi această tehnică trebuie să repetați mai întâi focalizarea, astfel încât să puteți roti manual cilindrul de focalizare de la un punc la altul. Unii cameramani îşi marchează temporar punctele de focalizare cu un creion uleios. După ce au amplasat camera pe un trepied, ei pot ajusta focalizarea foarte uşor.

3.5.4.Lentilele cu focalizare automată

Marea majoritate a camerelor de filmat permit activarea sau dezactivarea funcției de focalizare automată. In continuare vom presupune că această fncție este dezactivată. Focalizarea automată ajută foarte mult cand subiecții se află în mişcare. Totuşi, vă veți confrunta cu probleme dacă nu înțelegeți cum anume funcționaează. Marea majoritate a aparatelor care au funcția de auto-focus presupun că aria în care doriți să obțineți claritatea maximă este centrul imaginii. Aria de auto-focus (aria pe care aparatul va focaliza în mod automat) este reprezentată de pătratul verde din această imagine. Vă mai amintiți tehnica de focalizare rack de care am vorbit mai înainte?

Din moment ce zona pe care doriți să focalizați nu mai rămâne în centrul imaginii, aceasta funcție va da greş.



Fig.18. Focalizare cu auto-focus pe centru

Observați în figura 18 că centrul imaginii este focalizat corect (mulțumită funcției de auto-focus), dar subiectul principal apare neclar. Evident, rezultatul scontat era altul. Pentru a vă reuşi acestă scenă utilizând funcția de auto-focus, puteți mişca sau roti camera pentru a aduce subietul principal în centrul imaginii, dar evident acest lucru va dăuna compoziției pe care vi-o doreați.

Anumite camere de filmat vă permit fixarea subiectului în zona de auto-focus şi apoi blocarea focalizării pentru acea zonă. Odată fixată focalizarea puteți reorienta cadrul pentru a obține cea mai bună compoziție.

Alte camere de filmat încearcă să țină pasul cu privirea operatorului pe vizor şi să focalizeze în consecință. Când dvs (ca operatori) priviți femeia, în acest caz, camera va focaliza pe ea –dar de îndată ce vă veți uita la clădirea din spatele ei, camera îşi va schimba focalizarea în acel punct.

3.6. Problemele de focalizare automată

Sistemele de focalizare automată au şi alte slăbiciuni. Refelxiile şi zonele plate, fără detaliu le pot păcălii foarte uşor. Altele au probleme serioase de focalizare atunci când doriți să filmați prin alte obiecte, cum ar fi un geam, gard din sârma etc.

Nu în ultimul rând, aparatele cu focalizare automată -- în special în condiții de luminozitate scăzută—vor ajusta în continuu focalizarea în timp ce filmați, ceea ce este foarte deranjant. Pentru toate aceste motive, operatorii profesionişti nu folosesc funcția de auto-focus şi se bazează pe capacitâțile lor individuale de focalizare. Singura excepție poate apărea în situații haotice în care nu există timp suficient pentru ajustarea manuală a focalizării.

3.6.1.Scheme pentru asistența la focalizare a camerele HDTV

Aşa cum am observat, erorile de focalizare neidentificabile în SDTV sunt vizibile în materialele video filmate cu camere HD. De asemenea, vizorul camerelor de filmat HD face focalizarea şi mai dificilă.

Anumiți producători de lentile experimentează noi abordări de asistență la focalizare pentru lentilele HD. Există mai multe abordări diferite la acest moment şi este mult prea devreme pentru a putea spune cât de practice pot fi în cazul producțiilor HD zilnice.

3.6.2.Setările Macro ale lentilelor

Majoritatea lentilelor transfocatoare au setări de tip Macro care permit lentilelor să obțină o claritate crescută a obiectelor aflate la câțiva centimetri sau chiar milimetrii distanță față de obiectiv. Deşi lentilele diferă, pentru a obține setarea Macro în cazul multor lentile transfocatoare, operatorul apasă un buton sau o manetă de pe cilindrul obiectivului pentru a permite ajustarea trasfocării peste limitele normale.

Multe dintre lentilele noi sunt lentile cu focalizare continuă. Ajustări ale lentilelor interne se pot face foare delicat şi continuu de la infinit la câțiva centimetrii fără a mai fi nevoie să treceți manual în modul Macro.

Operatorii uită adesea de funcția Macro, dar aceasta le poate oferi o grămadă de posibilități. De exemplu, o floare, un timbru, o parte dintr-un tablou sau o fotografie pot umple ecranul televizorului. Un trepied sau un alt suport de cameră este absolut necesar în modul Macro. Nu numai că adâncimea de câmp este limitată la câțiva milimetrii, dar orice mişcare neintenționată a camerei este exagerată.

3.7. Filtere şi alte opţionale

Filtrele de polarizare

Sunteţi probabil familiarizaţi cu ochelarii de soare polarizaţi care reduc reflecţiile şi înlătură lumina orbitoare. Totuşi, spre deosebire de ochelari, majoritatea filtrelor profesionale de polarizare pot fi foarte variate iar efectul lor este mult mai puternic.

Filtrele de polarizare:

- Reduc reflecţiile şi strălucirea
- Adâncesc culoarea cerului senin
- Penetrează ceaţa
- Saturează (intensifică) culorile.

Priviţi diferenţele din figura 19 datorate filtrelor utilizate.



Fig. 19 Diferenţe datorate filtrelor

După ce veţi înţelege aplicaţiile multiple pe care le au filtrele de polarizare, acestea vor devini filtrele dvs preferate. De reţinut este faptul că puteţi ajusta gradul de polarizare. Acesta se realizează rotind elementele din sticlă ale filtrului.

Pentru a elimina reflexiile nedorite ale suprafeţelor când realizaţi copii, de pildă fotografiaţi tablouri care au o suprafaţă lucioasă, puteţi folosi filtre de polarizare de mari dimensiuni atât pentru lumini cât şi

pentru lentilele camerei. Aici este unul din cazurile în care post-filtrarea nu are acelaşi efect precum filtrele optice.

3.7.1.Filtrele pentru controlul contrastului

Deşi cele mai bune camere de ultimă generație sunt capabile să capteze un contrast şi o luminuozitate de până la 700:1, majoritatea televizoarelor şi condițiilor de vizionare limitează această performață la un raport de 30:1. Acest lucru înseamnă că cel mai luminos element al unei scene nu poate fi de 30 de ori mai luminos decât cel mai întunecat element. (HDTV are performanțe mult mai bune, dar până nu se extinde această tehnologie, ne vom limita la acest raport.)

Scenele aproape reale conțin adeseori colecții de elemte care depăşesc o rată de 30:1. Deşi în studio putem controla această rată prin folosirea luminilor, lucrurile se complică în filmările de exterior. Utilizarea unui filtru pentru controlul contrastului poate fi observată în figura 20 unde Imaginea din dreapta este filtrată.



Fig.20. Diferențe datorate filtrului de contrast (în dreapta e imaginea filtrată)

Există trei tipuri de astfel de filtre: low contrast, soft contrast şi Tiffen Ultra Contrast.

Filtre pentru efectul cinematografic

In comparație cu filmul, unii oameni consideră că producțiile digitale au imaginea mult prea brutală, mult prea clară şi chiar prea dură.

Studii au demonstrat că oamenii s-au obişnuit şi par să prefere efectul de film (imagine mai delicată, mai granulată) – ceea ce a determinat unele case de producție să adauge electronic acest efect în timpul post-producței. Unii directori de imagine, preferă să adauge acest efect în timp ce filmează.

Filtrul de transformare a zilei în noapte

Un efect vizual comun, în special în zilele filmelor şi televiziunii alb-negru, este acela de a filma o scenă de noapte în plină zi, folosind un filtru special. (In acele zile, pelicula şi camerele nu erau atât de sensibile la lumină şi nu se putea filma noaptea.) In cazul filmelor alb-negru puteți utiliza un filtru roşu intens pentru a transforma cerul senin într-unul gri sau chiar negru. (Filtrul rosu, extrage albastrul.) Acest filtru plus două trei f-uri mai puțin pentru sub-expunere, ajutau la obținerea iluziei.

Deşi nu este la fel de uşor de obținut când se filmează color, se poate simula acest efect prin sub expunerea camerei cu cel puțin 2 f-uri şi folosind fie un filtru albastru, fie creând un elect albăstrui atunci când ajustați balansul tonurilor de alb.

Un control atent al luminilor şi evitarea cerului în aceste scene contribuie la realizarea efectului. Imbunătățirile care se pot aduce în timpul pos-producției fac efectul de noapte foarte convingător. Cu o sensitivitate de un lux pentru mai toate camerele profesionale, filmarea pe timp de noapte este posibilă. Indiferent de metoda aleasă, va trebui să verificați calitatea efectului folosind drept referință un monitor HD.

Filtre de conversie a culorii

Filtrele de conversie a culorii corectează diferențele sesizabile ale temperaturilor culorilor între lumină incandescentă şi lumina soarelui – diferentă de aproape 2,000K.

Chiar dacă aparatele profesionale pot corecta electronic micile probleme de culoare, filtrele de culoare sunt foarte eficiente în cazul unor schimbări majore, cum ar fi diferența dintre filmarea la interior şi cea la exterior.

Două serii de filtre au fost folosite extensiv în producțiile cinematografice: Seria Wratten 80, de culoare albastră care transformă

lumina incandescentă în lumină caldă şi Seria Wratten 84 care transformă lumina zilei în lumină incandescentă.

Din moment ce camerele video sunt optimizate pentru o singură temperatură de culoare, operatorii vor folosi aceste filtre pentru a obține efectul dorit. Ajustarea avansată se face de obicei electronic.

Filtre pentru lumină fluorescentă

Anumite surse de lumină sunt dificil de corectat. Un prin exemplu, pe care operatorii îl întâlnesc adesea este lumina fluorescentă. Aceste lumini se găsesc peste tot şi desigur pot fi o problemă. Deşi în ultimii ani producătorii de camere au încercat să compenseze pentru lumina verzuie pe care o crează lămpile fluorescente, atunci când vine vorba de obținerea unor tonuri de lumină caldă (presupunând că nu puteți evita aceste lumini şi să vă instalați propriile lămpi cu lumină incandescentă) va trebui să experimentați filtre pentru lumina fluorescentă. Spunem să experimentați deorece exită o grămadă de tuburi fluorescente, a căror culoare diferă foarte mult.

Însă o caracteristică standard a tuturor lămpilor incandescente este aceea că un „spectru spart” sau că există lipsuri în gama de culori pe care o reproduc. Ochiul poate mai mult sau mai puțin trece cu vederea peste aceste lipsuri atunci când priveşte lucrurile dintr-o astfel de lumină, însă camerele foto şi video au mari probleme.

Alte surse de lumină sunt chiar şi mai proaste – în special becurile cu halogen utilizate pentru iluminatul stradal sau pentru cel al sălilor de sport. Discutăm mai amănunțit despre aceste lumini în modulul despre temperatura culorii. Deşi publicul poate accepta aceste aberații de iluminare în reportaje sau documentare, se schimbă calimera în cazul reclamelor şi serialelor tv. Aşa cum vom vedea, unele lămpi flouorescente echilibrate cromatic nu prezintă probleme, deoarece producătorii le-au proiectat special pentru producțiile televizate şi cinematografice. Dar să nu vă aşteptați să le găsiți montate în şcoli, birouri sau cămine.

Filtre pentru efecte speciale

Deşi există o multitudine de filtre pentru efecte speciale, ne vom orienta atenția doar asupra celor mai utilizate 4 categorii: filtrele stea, starbust, filtrele difuze sau pentru o focalizare delicată şi filtrele de ceață.

Filtrele stea – cu siguranță ați văzut scene în care mii de raze de lumină sunt proiectate de pe marginea obiectelor lucioase – în special în cazul luminilor puternice. Operatorul de cameră creează aceste efecte folosind un filtru stea care are un grilaj microscopic gravat pe suprafața lui.

Observați în imaginea din figura 21 cum filtrul cu stea în patru colțuri înmoaie şi imprimă un efect difuz imaginii. Filterele stea pot produce stele cu patru, cinci, şase sau opt colțuri, în funcție de liniile gravate pe supragața sticlei. Efectul de stea variază cu fiecare dintre F-urile utilizate.

Filtrul starbust (figura 22) aduce culoare razelor divergente. Ambele filtre stea vor reduce claritatea totală a imaginii ceea ce poate fi sau nu dezirabil.



Fig. 21 Filtrul cu stea în patru colțuri înmoaie şi imprimă un efect difuz imaginii



Fig.22. Filtrul starbust aduce culoare razelor divergente

Filtrele pentru lumină difuză şi focalizare delicată – pentru a crea un efect delicat, de vis puteți utiliza un filtru pentru focalizare delicată sau filtru pentru lumină difuză (imaginea din figura 23). Aceste filtre, care sunt disponibile pentru diverse nivele de intensitate au fost foarte utilizate în anii de început ai cinematografiei pentru a ascunde urmele de îmbătrânire ale actorilor. (Unele staruri le au menționat drept clauza contractuală)

Puteți obține acelaşi efect dacă filmați printr-o plasă foarte fină sau dacă aplicați pe obiectiv un ciorap foarte fin de nylon. F-ul pe care îl alegeți va determina în mare măsură efectul de difuzie pe care îl obțineți. Este foarte important ca atunci când utilizați astfel de trucuri să ajustați balansul tonurilor de alb.



Fig. 23. Filtrele pentru lumină difuză şi focalizare delicată

Filtrele de ceață – putei adăuga o anumită atmosferă unor locații dramatice prin sugerarea ceții dimineața sau seara. Fără a fi nevoie să folosiți maşini artificiale de creat ceața, filtrele de ceață vă ajută să obțineți acelaşi efect.

Indicații generale pentru utilizarea filtrelor

Folosirea unui filtru pentru o cameră video ridică nivelul culorii negrii al înregistrării. Deoarece creează un uşor efect cenuşiu, este recomandabil să reajustați setările camerei pentru nivelul de negru (fie manual, fie automat) ori de câte ori utilizați un filtru. Spre deosebire de efectele vizuale electronice pe care un editor le creează la montaj, efectele optice create de operator în timpul filmării nu pot fi anulate. Pentru a reduce posibilitatea unei surprize neplăcute, va trebui să verificați cu atenție rezultatul obținut cu ajutorul unui monitor color cu rezoluție ridicată în timp ce filmați.

Roțile pentru filtre ale camerei

Camerele video profesionale au roți pentru filtre în spatele lentilelor care pot suporta un anumit număr de filtre. Puteți înşuruba manual fiecare filtru pe roata pentru filtre ale camerei şi poziționa în fața lentilei. Se pot folosi două filtre în acelaşi timp. De exemplu, 2-B ar fi un filtru ¼ ND (densitate neutră) împreună cu un filtru de corecție a culorii 3,200K (pentru lumină standard incandescentă). Roțile pentru filtre mai pot conține următoarele:

- Un filtru de lumină fluorescent, care reduce efectul albastru-verde
- Unul sau mai multe filtre pentru efecte speciale, inclusiv filtrul stea
- un capac opac pentru lentilă, care blochează trecerea luminii prin lentilă

Deşi filtrele ilustrate sunt amplasate în spatelel lentilei, pentru a fi cel mai eficient va trebui să montați anumite filtre, precum cele de polarizare, în fața lentilelor.

Matte Box-ul

Acesta este un dispozitiv care se montează în fața camerei şi care acționează atât ca o capotă pentru lentilă, cât şi ca mod de prindere pentru filtrele pătrate sau dreptunghiulare de gelatină. Aceste filtre sunt mult mai ieftine decât filtrele rotunde de sticlă.



Fig. 24, Matte – box

Matte box-urile pot de asemenea să susțină mici măşti sau forme decupate. De exemplu, puteți utiliza un carton decupat în forma găurii de la cheie pentru a da iluzi că filmați prin gaura cheii (spre deosebire de acum mult timp în urmă, acum se poate vedea prin foarte puține gauri de cheie). Marea majoritate a efectelor care se obțineau în trecut prin utilarea matte box-ului, acum pot fi realizate mult mai uşor şi mai predictibil cu un generator de efecte vizuale.

Obiective Periscopice

A filma din perspectiva unei gâze poate fi posibil utilizând un sistem de tip periscop / sondă. Acest unghi foarte redus este util atunci când se presupune că actorii joacă în modele miniaturale, reale sau fanteziste.



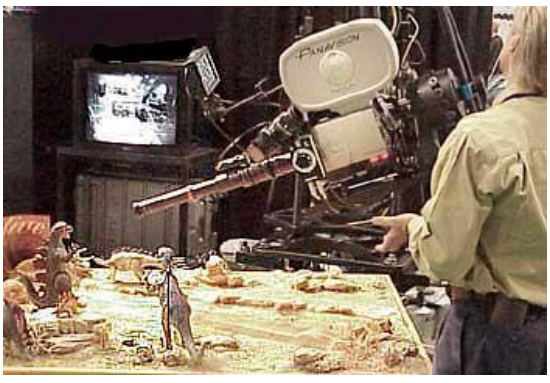


Fig. 25. Obiectiv periscopic şi obiectiv sondă

Putem amplifica acest efect cu cele patru lentile cu unghi foarte amplu care vin la pachet. În figura 25 se observă obiectivul periscopic şi felul în care operatorul foloseşte un obiectiv sondă pentru a filma un amplasament preistoric reprodus la dimensiuni miniaturale dar care va fi folosit ca şi cum ar fi la dimensiuni normale. Deşi este o cameră pe peliculă, are un vizor care poate furniza imediat un feedback al imaginii transpuse pe peliculă. (Observați monitorul video.)

Lentilele – câteva aspecte finale

Poate vă mai amintiți faptul că interiorul unui obiectiv – în special în cazul celui transfocator – este format din mai multe elemente din sticlă. Fiecare element de sticlă reflectă o parte din lumina care ajunge la el, reducând cantitatea de lumină care trece efectiv prin lentilă. Chiar dacă fiecare element al lentilei ar reflecta numai 5% din lumina care atinge suprafața sa, ceea ce nu este neobişnuit pentru sticlă, aproape nici un pic de lumină nu ar mai intra în cameră. Astfel, însăşi conceptul de lentilă ar fi sabotat. Din fericire există o soluție.

Învelişul lentilei

Pentru a reduce problema reflecțiilor interne, suprafața fiecărui element este acoperit cu un înveliş antireflex micro-subțire. Acest înveliş al lentile conferă în general elementelor un aspect albăstrui şi reduce semnificativ cantitatea de lumină pierdută ca urmare a reflecțiilor de suprafață. Acest lucru înseamnă că într-o lentilă transfocatoare, precum cea de aici, fața şi spatele fiecăruia dintre cele 20 de elemente de sticlă sunt acoperite cu straturi antireflex.Deşi învelişurile lentilei sunt mult mai durabile decât înainte, le pot fi încă foarte uşor imprimate zgârieturi permanente. Una sau mai multe zgârieturi urâte pe o lentilă diminuează atât claritatea cât şi contrastul imaginii. Datorită modului de fabricație al lentilelor, este mult mai ieftin să înlocuieşti lentila dcât să încerci să o repari.

Din moment ce este foarte uşor pentru ca un obiect să intre în contact cu lentila, nu uitați să utilizați capacul pentru lentilă atunci când transportați camera sau chiar şi atunci când nu o utilizați. Un capac de lentilă nu doar fereşte împotriva zgârieturilor, dar o şi protejează de murdărie şi amprente, care de asemenea pot reduce claritatea şi contrastul imaginii. Unele capace sunt confecționate din plastic transparent şi proiectate să înlocuiască cardurile albe folosite pentru a regla balansul tonurilor de alb ale camerei. Dacă amplasați camera cu lentila acoperită într-o sursă puternică de lumină şi apăsați butonul corespunzător balansului tonurilor de alb, camera va realiza automat acest balans pe baza luminii care trece prin capacul cu care este acoperită lentila. Deşi acesta este un mod foarte rapid pentru a realiza acest balans, vom vedea mai târziu că nu este la fel de precis precum transfocarea atentă pe un card alb.

Curățarea lentilelor

Cantitățile mici de praf de pe o lentilă nu vor afecta în mod dramatic calitatea imaginii, însă amprentele şi petele uleioase da. Nu doar reduc claritatea imaginii, dar dacă nu sunt îndepărtate rapid, acizii din amprente pot corda stratul anti-reflex al lentilei. Totuşi, de fiecare dată când curățați lentilele, măriți riscul ca unele particule abrazive minuscule prinse în fibra textilă a materialului cu care curățați şă creeze zgârieturi microscopice în stratul antireflex al lentilei. Din acest motiv, nu trebuie să curățați lentilele în mod frecvent, ci doar atunci câd observați murdărie pe suprafața lentilei.

Pentru a curăța o lentilă, îndepărtați mai întâi orice particulă de murdărie de pe suprafață suflând puternic cu o pompă pentru ureche sau măturând-o cu o perie curată din păr de cămilă (foarte subțire). Dacă nu ați reuşit să îndepărtați murdăria, înmuiați un şervețel pentru şters lentile în lichid special pentru curățat lentilele şi frecați foarte delicat lentila cu mişcări circulare. Întoarceți şervețelul din când în când pentru a evita frecare lentilei cu particulele de murdărie. Nu turnați niciodată lichid de curățat direct pe lentilă. Poate curge foarte uşor în spatele elementelor şi crea o mare problemă. Nu curățați lentilele cu şervețele tratate cu silicon sau material textil impregnate cu silicon, care segăsesc în comerț pentru

ştergerea ochelarilor. Acest reziduu poate decolora permanent statul anti-reflex.

Condensul de pe lentile

Condensul sau picăturile de ploaie de pe o lentilă pot distorsiona sau chiar strica cu totul o imagine. Când mutați camera dintr-o zonă rece într-una caldă, de obicei lentilele se aburesc. Acest lucru poate fi extrem de problematic în zonele cu climă rece. Deşi puteți şterge umezeala de pe lentile, ele vor continua să se aburească până când temperatura lor ajunge la temperatura aerului.

Condensarea poate avea loc chiar şi în interiorul camerei de filmat şi să determine probleme majore. Din acet motiv, multe camere au un indicator pentru rouă care detectează umezeala sau condensarea şi determină închiderea aparatului până când umezeala se evaporă. Un mesaj de tipul „rouă” va fi afişat pe ecran / vizor. Pentru a reduce efectul condensării când aduceți o cameră dintr-o zonă foarte rece, trebuie să lăsați aparatul în jur de 30 minute pentru a ajunge la temperatura camerei.

Apropo, laptop-urile pot suferi aceeaşi problemă – în special dacă sunt lăsate peste noapte în ger în portbagajul une maşini şi apoi aduse întro cameră încălzită. În acest caz nu este un inicator de rouăş put şi simplu aparatul va refuza să pornească. Precum în cazul camerelor de filmat, lăsarea unui timp în care aparatul să se încălzească treptat, într-o cameră cu aer cald şi uscat este cea mai bună soluție.

Pelerine de ploaie

Deşi producătorii nu încurajează utilizarea în ploaie, zăpadă, vânt sau furtună de nisip, reportajele sunt adesea filmate în asemenea condiții meteo nefavorabile.



Fig. 26. Pelerină de ploaie

Pelerinele de ploaie pentru camere, precum cea din figura 26, acoperă întregul aparat mai puțin obiectivul şi vizorul camerei. Sau, în caz de urgență, se poate utiliza un sac de gunoi. E nevoie doar să decupați găuri pentru obiectiv şi vizor şi apoi să utilizați benzi elastice pentru a fixa sacul de aparat. Comenzile de bază ale camerei ar trebui să fie utilizabile chiar prin sacul de palstic. Multe camere conțin o multe elemente mobile delicate şi doar un pic de murdărie, nisip sau umezeală depusă în locul unde nu trebuie poate face camera de neutilizat.

Shot Box-urile

În munca de studiou veți utiliza în mod regulat un anumit set de cadre. Cadrele largi, cadrele cu unul sau două subiecte folosite în emisiunile de ştiri sunt exemple foarte bune.

Shot box-urile sunt setări electronice ale lentilei care memorează o serie de poziții ale lentilei de transfocare, împreună cu viteza de transfocare şi setările de focalizare. Observați seria de butoane albe din figura 27.

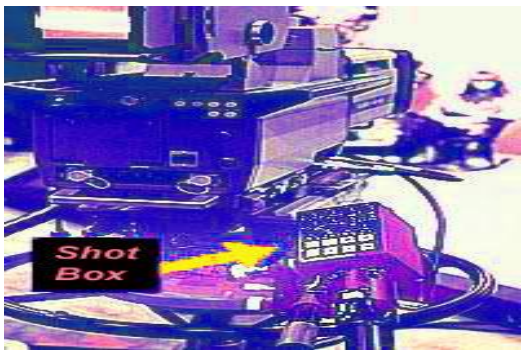


Fig. 27. Shot box – butoane de presetare.

Operatorul de cameră poate programa fiecare buton pentru un anumit tip de cadru. Această abordare aduce viteză şi consistență muncii de studio. În ziua de azi, stațiile TV folosesc camere robot care nu necesită un operator uman. În acest caz setările sunt memorate la nivelul unității de control a camerei care este amplasată în camera de control.

Stabilizatorii de imagine

În 1962, a fost introdus un mecanism care compensează (în anumite limite) vibrațiile şi mişcările neintenționate ale camerei. Numit stabilizator de imagine, primul model se baza pe un mecanism controlat giroscopic, care rezista la mişcări scurte, rapide prin mişcarea elementelor lentilei în direcția opusă. De atunci, lucrurile au evoluat semnificativ iar azi cea mai simplă stabilizare digitală a imaginii se face complet electronic – plutind un cadru de imagine activ în interiorul unui alt cadru mai mare. Odată ce camera se mişcă, cadrul mai mic se deplasează în interiorul ariei țintă mai mari, în încercarea de a compensa acea mişcare. Dacă, de exemplu, camera se mişcă uşor la dreapta, cadrul digital se muta electronic în direcția opusă, anulând mişcarea asupra obiectului țintă al camerei. Multe dintre camerele de filmat care se găsesc în cometț utilizează această tehnologie. Deşi stabilizarea electronică a imaginii a cunoscut o serie de îmbunătățiri tehnice majore în ultimii ani, reducerea dimensiunii ariei imaginii țintă utilizabile determină o uşoară pierdere a rezoluției şi clarității imaginii. Cameramanii preferă însă o stabilizare optică a imaginii.

Stabilizarea optică a imaginii utilizează doua suprafețe paralele plutitoare în interiorul obiectivului care acționează ca un fel de prismă flexibilă. Aceasta modifică unghiul la care lumina trece prin prismă şi deplasează imaginea pe focar în direcția opusă mişcării. Din moment ce se utilizează întrega imagine țintă, nu se pierde calitatea imaginii. Aşa cum puteți presupune, această abordare este mult mai complexă şi mai costisitoare şi de aceea se întâlneşte foarte rar pe camerele video de larg consum.

Cu toate tipurile de stabillizare, operatorul de cameră trebuie să învețe să compenseze pentru compensație. În trecerile de la stânga la dreapta, de exemplu, apare o scurtă întârziere în timp ce camera

încearcă să compenseze mişcarea. Dar odată trecut un anumit punct, stabilizatorul nu mai poate compensa mişcarea iar imaginea se mişcă aşa cum se doreşte. La sfârşitul trecerii, totuşi, imaginea va continua să se mişte pentru unmoment înainte ca sistemul descris mai devreme să intre din nou în joc. Asta înseamnă că la sfârşitul trecerii, operatorul va trebui să oprească mişcarea cu un moment mai înainte pentru a permite camerei să completeze mişcarea.



Fig. 28. Opționalul GyroCam

Azi mulți stabilizatori de înaltă clasă folosesc aparate servo cu fibră optică. Această tehnologie poate anula vibrația unui helicopter sau a unei maşini în mişcare.

Opționalul GyroCam prezentat în figura 28, nu doar compensează vibrația, dar poate fi şi controlat complet (treceri, rotiri, transfocări etc.) dintr-un elicopter. Piloții folosesc acest dispozitiv pentru a urmării evadații sau cursele de maşini la sol.

Obiective ataşabile

Mai multe tipuri de camere de filmat, în special cele de larg consum, au obiective transfocatoare care sunt ataşate permanent de corpul aparatului, iar acestea ne putând fi detaşate. Totuşi, alte tipuri de camere permit schimbarea lentilelor după necesități. În cazul acestora, poți fie deşuruba lentila (în cazul lentilelor de tip C) fie rotii inelul de siguranță (lentilele de tip bayonet)

Obiective ataşabile de tip C

Pentru o cameră compatibilă cu obiective ataşabile de tip C, acesta se va înşuruba uşor în cilindrul filetat de 25 mm. Acest tip de obiectiv a fost primul tip ataşabil folosit cu camerele video de mici dimensiuni deoarece beneficia de o varietate de lentile de 16 mm de la camerele din producția cinematografică. Azi, acest tip se foloseşte pe camere video industriale, inclusiv camere de supraveghere cu circuit închis.

Obiective ataşabile de tip Bayonet

Acestea sunt utilizate de marea majoritate a camerelor video profesioanle. Sunt mai uşor de utilizat decât cele de tip C, deoarece nu implică atât de multe rotații pentru detaşare.

Obiective ataşabile de tip B4

Camerele video profesionale cu chip de 2/3 şi ½ inchi (dispozitiv video) folosesc foarte frecvent obiective detaşabile de tio B4.

Obiective ataşabile de 35mm

Prima cameră de larg consum care utilizează obiective interşanjabile este Canon XL. Foloseşte un sistem ataşabil de tip bayonet care acceptă lentilele de 35mm cu arie extinsă de la camerele foto. Un alt producător fabrică un adaptor de cameră pentru lentilele fabricate pentru camerele Nikon. Camerele video HDTV care arată ca o cameră foto de 35 de mm pot utiliza aceiaşi adaptori.

Trei categorii de lentile pentru camerele video

Obiectivele utilizate pentru camerele video se pot împărți în trei categorii:

- Obiective de studio / de exterior sunt complet încastrate în cilindri de metal care includ şi motoarele de focalizare şi transfocare, precum şi senzorii pentru comenzile exterioare.
- Obiective ENG / EEP sunt foarte uşoare şi au comenzi notate pe ele. De asemenea, au funcții macro, de prim-planuri extreme şi de obicei un multiplicator de 2X a distanței focale care dublează distanța focală efectivă pentru toate tipurile de transfocări.

- Obiective cinematografice electronice sunt disponibile atât ca lentile prime cât şi de transfocare şi sunt proiectate să fie compatibile cu accesoriile de cameră cinematografice. De obicei, ele au o focalizare largă, diafragmă şi scale de transfocare şi includ comenzi manuale şi automate. În loc de f-uri, setările diafragmei sunt calibrate pentru aceste lentile, într-un mod similar oarecum mai precis, folosind T-uri.

T-urile se bazează pe transmisia efectivă de lumină pe lentilă la diferite deschiederi şi nu doar pe formula diametrului de deschidere a diafragmei. Deoarece lentilele au transmisii de lumină diferite –chiar pentru acelaşi f – T-urile sunt mult mai consistente şi precise atunci când se folosesc mai multe lentile.

7. Echipamente utilizate

Camera video TV , Obiective standard şi opționale, filtre, Pachet componente auxiliare

8. Rezultate aşteptate

După parcurgerea acestei lucrări practice, studentul trebuie:

- Să ştie să explice noțiunile de bază legate de Lentile
- Să cunoască tipurile de Obiective şi caracteristicile lor: distanță, apertură şi perspectivă
- Să aibă abilități în stabilirea punctelor de deschidere a diafragmei - Stopurile „f" şi folosirea tehnicilor creative de focalizare
- Să înțeleagă rolului şi selecția Filtrelor

9. Exemplu de rezultat aşteptat (studiu de caz/aplicație)

În urma parcurgerii activității practice, studentul trebuie să realizeze concret: Stabilirea setărilor camerei, selecția obiectivelor, reglarea diafragmei, alegerea filtrelor conform cerințelor.

Obținerea de imagini diferite pentru producții specifice, în funcție de obiectivul, filtrul şi reglajele setate.

Lucrarea practica Nr. 15

LP-15 – Sunetul în producțiile de televiziune

1. Tema lucrării

Sunetul în producțiile de televiziune

2. Obiectivul lucrării de practică

Lucrarea are ca obiectiv principal cunoaşterea elementelor de bază şi a echipamentelor de înregistrare audio din Studioul de Televiziune.

3. Descrierea lucrării de laborator (paşii de parcurs de către student)

3.1.Sunetul în producțiile de televiziune

1.1.1.Elemente de bază

Până de curând, în producțiile de televiziune, s-a acordat o mai mare atenție elementelor video decât celor audio. Un sunet bun era atunci când înțelegeai ceea ce se vorbea; un sunet prost fiind atunci când nu înțelegeai nimic. După apariția echipamentelor stereo, cu soround 5.1, sistemelor Home theatre, aşteptările publicului au urcat vertiginos. Înainte de a discuta câteva elemente de bază ale producțiilor audio, va trebui să explicăm mai întâi conceptul de sunet. Sunetul are două caracteristici importante care trebuie controlate: intensitatea şi frecvența.

1.1.2.Intensitatea sunetului

Deşi intensitatea sunetului este măsurată în mod obişnuit în decibeli (dB), aceste termen se referă de fapt la două lucruri distincte. Mai întâi, presiunea intensității sunetului (dBSPL), care este o măsură a puterii acustice. Acestea sunt sunetele pe care le auzim direct cu urechea. Aceste sunete ating şi chiar depăşesc 135 de decibeli, limita de

la care sunetul devine dureros şi de la care pot apărea leziuni severe şi permanente ale urechii. (Leziunile, care sunt ireversibile, pot trece neobservate, ceea ce explică probabil de ce un adult din alte țări cu o medie de vârstă de 50 de ani aude mai bine decât mulți dintre tinerii americani.) Muzicienii care se află mereu în prejma unor sunete puternice folosesc căşti speciale – care atenuează nivelul sunetului dar care nu distorsionează frecvența sunetului. In tabelul de mai jos sunt redate diferite sunete şi intensitatea lor corespunzătoare:

Sunet	dBs
Decolarea unui avion cu reacție	**140-150**
Concert rock / împuşcături	**135-140**
Picamer la 15 metrii/ metrou	**85-90**
Zgomotul dintr-un restaurant sau o stradă	**70- 75**
Conversație liniştită, tonul de la telefon	**60-80**
Zgomotul de la birou	**45**
Şoapte la 3 metri distanță	**30**
Liniştea într-un studiou de TV	**20**

A doua utilizare a termenului de decibel, dBm (la nivel de referință de 1 miliwatt) este o unitate pentru puterea electrică. In producția audio, suntem interesați în primul rând de dBm, care reprezintă puterea electrică care intră semnalul în diferite echipamente audio.

Două tipuri de aparate VU (aparate care măsoară semnalul audio în unități de volum), folosite pe scară largă, măsoară intensitatea sunetului şi anume: aparate VU digitale şi analogice.

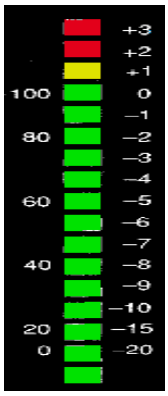


Fig. 1. Scală Vumetru.

Scala de la 0 la 100 din ilustrația din figura 1 indică procentul de modulație (procentul de semnal maxim) iar pe scala din dreapta sunt ilustrați decibelii. Contrar logicii, 0dBm (sau mai simplu 0dB pe un aparat VU) nu semnifică inexistența sunetului, ci tocmai invers un nivel de sunet dezirabil.

Punctul de 0dB este doar un punct de referință. Aşadar este posibil să avem sunete care măsoară valori negative în decibeli, aşa cum se pot înregistra grade Celsius sau Farenheit negative. Aparatul VU din figura 2 este un aparat de măsurare analogic, care se foloseşte încă de la începuturile radioului.

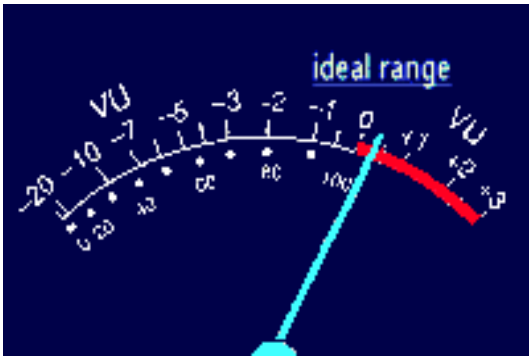


Fig. 2. Vumetru analogic

Deşi sunt uşor de utilizat, aceste aparate nu răspund foarte prompt la izbucnirile scurte ale unor sunete puternice. Nivelul de decibeli cu care pătrunde sunetul în echipamente trebuie controlat cu atenție. Dacă lăsăm semnalul să treacă prin echipament la un nivel foarte scăzut, atunci când vom mări nivelul la o amplitudine (nivel audio) normală, vom induce un zgomot puternic. Dacă nivelul este prea mare (cu mult peste

0dB sau aproape de zonele roşii de pe cadranul aparatului de măsură VU), vor rezulta distorsiuni – mai ales în cazul materialelor audio digitale.

3.1.3. Frecvența

Frecvența are legătură cu înălțimea de bază a sunetului – dacă este înalt sau jos. O frecvență de 20 Hz se va auzi ca o notă extrem de joasă a unei orgi – aproape ca un uruit. La celălalt capăt al scalei un sunet cu de 20,000Hz va cel mai înalt sunet ce poate fi distins de urechea umană, chiar mai înalt decât cea mai înaltă notă a unei viori sau a unei pianine.

Frecvența sunetului se măsoară în Herți (Hz) sau cicluri pe secundă (CPS). O persoană cu un auz extrem de fin va fi capabilă să audă sunetele din intervalul 20-20,000 Hz. Din moment ce ambele capete ale intervalului 20-20.000 sunt limite extreme, un interval utilizat mai des în televiziune este cel de 50-15,000Hz. Deşi acesta nu acoperă prea bine întregul interval care poate fi auzit de către cei cu un auz fin, acest interval acoperă cam toate sunetele obişnuite.

3.1.4.Relația frecvență-intensitate

Deşi din punct de vedere tehnic sunetele de anumite frecvențe pot fi egale ca intensitate, oamenii nu le percep ca fiind la fel de puternice. Linia roşie din figura 3, arată (în mare) frecvența răspunsurilor auzului uman la diferite frecvențe de sunet. Datorită sensibilității scăzute a urechii față de frecvențele înalte şi joase, aceste sunete trebuie să aibă o intensitate mai mare pentru a fi percepute ca fiind la fel ca alte sunete de alte frecvențe.

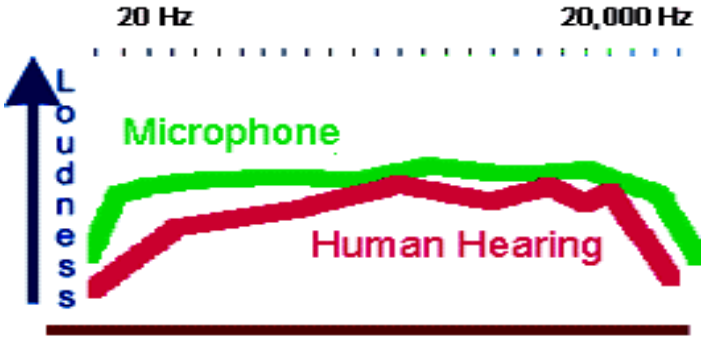


Fig. 3. Frecvența răspunsurilor auzului uman la diferite frecvențe de sunet

Toate microfoanele de bună calitate (linia verde) sunt relativ stabile în intervalul 50-15,000 Hz.

3.2. Condiții de audiție

Echipamentele şi condițiile de audiție influențează de asemenea, modul în care percepem diferite frecvențe. Pentru a compensa aceste probleme, putem ajusta basul şi înaltele aparatelor de redare. Echipamentele sofisticate vor include un egalizator grafic (figura 4), care reprezintă un pas tehnologic important ce permite ajustarea individuală a intensității anumitor benzi de frecvențe.



Fig. 4. Egalizator Grafic

Un egalizator grafic poate fi necesar pentru a uni segmente audio înregistrate în condiții diferite sau pur şi simplu pentru a personaliza redarea audio în funcție de acustica anumitei zone. Observați că egalizatorul din figura 4 poate controla 9 arii (benzi) de frecvențe.

Orice echipament audio – microfon, amplificator, aparat de înregistrare sau boxă – pot afecta în mod negativ fidelitatea sunetului. Totuşi, microfonul (aparatul cu care se captează undele sonore şi se transformă în curent electric) şi boxele (aparatul care transformă curentul electric în unde sonore) reprezintă cele mai slabe verigi din lanțul calității audio. La anumite nivele este posibil să utilizezi egalizatoare grafice şi aparate similare pentru a curăța frecvența de răspuns a unui microfon cu performanțe modeste. Totuşi, nici chiar cele mai sofisticate tehnici audio nu pot face minuni. Astfel, cu cât este mai bun semnalul audio, cu atât va fi mai bine pentru produsul final.

3.3. Acustica camerei

Sunetul, chiar şi cel înregistrat şi redat, este de foarte multe ori afectat de acustica unei camere sau studiou, chiar mai mult decât ne putem da seama. În efortul de a crea studiouri complet insonorizate, primele stațiile de radio foloseau carpete pentru podele şi straturi groase de materiale insonorizate pe pereți. Deşi experimentul a avut succes şi s-a atins insonorizarea perfectă, rezultatul a fost unul cu care nu eram obişnuiți. Astfel, un nivel foarte mic de reverberație este de dorit fiind mai aproape de realitate.

În figura 5 sunt prezentate două tipuri de materiale insonorizante.



Fig. 5. Materiale insonorizante

O încăpere cu podea acoperită în gresie şi pereți paraleli din panouri dure, va reflecta sunetul atât de mult încât va face neinteligibil discursul unui om. Uneori este de dorit ca în aceste situații să amplasați în cameră obiecte care absorb sunetele – canapele sau covoare – pentru a rupe reflexia sunetelor şi a reduce reverberația.

O încăpere ideală pentru a înregistra sau reda sunete are un nivel suficient de reverberație pentru a suna realist, dar nu atât de mare încât să facă neinteligibil un discurs.

3.4. Microfoane

3.4.1.Tipuri principale de microfoane

Există şase tipuri comune de microfoane astfel:

- Microfoane care se țin în mână – acele tipuri de microfoane folosite de reporteri în cadrul interviurilor pe teren.
- Microfoane personale (microfon cu agrafă sau lavalieră) – sunt fie prinse cu fir în jurul gâtului sau prinse de haine cu ajutorul unei agrafe; toate acestea se numesc microfoane personale.
- Microfoane direcționale (shotgun) – utilizate în producțiile realizate în spații deschise pentru a capta sunete la o distanță moderată față de cameră.
- Microfoane cu efect de rezonanță – numite şi microfoane PZ sau PZM. Acestea se bazează pe captarea sunetelor reflectate de suprafețe tari.
- Microfoane de contact – care captează sunetele fiind în contact fizic direct cu sursa sunetului. Aceste microfoane sunt în general montate pe instrumentele muzicale.
- Microfoane de studiou – cea mai largă categorie de microfoane.

Aceste şase categorii de microfoane includ tipuri diferite de traductoare sau moduri de conversie a undelor sonore în curent electric. In continuare vom prezenta cele mai populare tipuri de microfoane şi caracteristicile lor.

3.4.2. Microfoane dinamice

Microfonul dinamic este considerat cel mai robust microfon profesional. Acest tip de microfon este o alegere bună pentru reportajele de teren, unde se întâlnesc des o serie de condiții dificile (de exemplu un reportaj de la un incendiu). Intr-un microfon dinamic undele sonore lovesc diafragma ataşată unui colac de sârmă foarte subțire. Colacul este suspendat într-un câmp magnetic generat de un magnet permanent. Atunci când sunetul loveşte diafragma, aceasta mişcă colacul de sârmă aflat în câmp magnetic. Astfel, se creează un curent electric slab, care corespunde undelor sonore inițiale. Acest semnal trebuie amplificat de mii de ori.

3.4.3.Microfoanele cu condensator

Atunci când se are în vedere o dimensiune redusă, o sensibilitate crescută şi cea mai bună calitatea audio, microfonul cu condensator este cea mai bună alegere. Microfoanele cu condensator conferă o foarte bună calitate audio. Aşa cum este ilustrat în figura 6, aceste microfoane sunt atât de mici încât par a fi invizibile (dar cu cât sunt mai mici, cu atât sunt mai scumpe).



Fig. 6. Microfon miniaturial

Microfoanele cu condensator nu sunt la fel de robuste precum microfoanele dinamice şi pot genera probleme în cazul utilizării în condiții meteo nefavorabile. Aceste microfoane funcționează pe principiile condensatorului electronic. O diafragmă metalică extrem de subțire este întinsă deasupra unei bucăți de metal sau ceramică. In cazul celor mai multe microfoane cu condensator, o sursă de energie menține constantă o sarcină electrică între elemente. Undele sonore care lovesc diafragma creează fluctuații ale sarcinii electrice, care apoi va trebui semnificativ amplificată de către un pre-amplificator. Acest pre-amplificator poate fi amplasat fie în carcasa microfonului sau într-un pachet electronic extern. Deşi marea majoritate a pre-amplificatoarelor generează un semnal audio analogic, unele modele mai noi fac imediat conversia generând semnal digital. Deoarece necesită un pre-amplificator, spre deosebire de microfoanele dinamice, aceste microfoane necesită existența unei surse de curent electric fie de la o sursă de curent alternativ fie de la baterii.

O sursă de curent alternativ pentru un microfon cu condensator este adeseori inclusă într-un mixer audio. Această sursă este denumită sursa fantomă de curent electric. Când se utilizează o astfel de sursă, cablul microfonului are dublu rol: transmite semnalul de la microfon la mixer şi transportă curent electric de la mixer la pre-amplificatorul

microfonului. Unele manuale ale camerelor video recomandă utilizarea unor microfoane cu condensator deoarece pre-amplificatoarele oferă un nivel audio suficient pentru a reduce nedoritul zgomotul de sistem. Desigur, folosirea bateriilor pentru a alimenta pre-amplificatorul microfonului poate fi mult mai comodă – nu trebuie să mai folosiți un mixer audio conectat la o sursă de curent electric. Dar microfoanele cu condensatori alimentate cu baterii au propriile lor probleme: spre sfârşitul ciclului lor de funcționare bateriile pot ceda fără preaviz. Pentru a putea trece peste asemenea probleme nedorite, în special în cazul producțiilor foarte importante, adeseori se folosesc împreună două microfoane minuscule cu condensator. Dacă unul dintre microfoane cedează, atunci celălalt poate fi pornit imediat. Această tehnică cu două microfoane se numeşte dubla redundanță.

3.4.4. Avantaje şi dezavantaje ale microfoanelor dinamice şi cu condensator

Avantajele microfoanelor dinamice	**Avantajele microfoanelor cu condensator**
Soliditate Costuri reduse Nu necesită curent electric	Sensibilitate mai mare Calitate audio mai bună Dimensiuni extrem de mici
Dezavantajele microfoanelor dinamice	**Dezavantajele microfoanelor cu condensator**
Sensibilitate şi nivel de semnal scăzut Mai mari şi mai grele Timp de răspuns scăzut Nu cea mai bună variantă pentru	Produc un zgomot mai mare Mai fragile Mai scumpe Sensibile la condiții meteo nefavorabile şi interferențe RF

o calitate audio superioară	

3.4.5.Microfoane de studio (ribbon mics)

În afară de o posibilă utilizare într-o cabină de transmisie (figura 7), microfoanele de studiou sunt rareori utilizare în producțiile de televiziune.



Fig. 7. Microfon în Cabină de transmisie/ mocrofon de studio

Deşi pot reda o „coloratură" specială sunetului, ele sunt foarte fragile şi extrem de sensibile la mişcările de aer. Acest fapt, periclitează utilizarea lor în afara studiourilor sau în producțiile exterioare. Microfoanele de studiou au fost folosite inițial în producțiile radio.

3.4.6.Microfoane cu efect de rezonanță

Initialele PZ (sau PZM) reprezintă denumirea prescurtată pentru microfoanele de rezonanță. Aceste microfoane se bazează în întregime pe sunetul reflectat. In anumite situații, de pildă, atunci când este pus pe o masă, un microfon PZ poate capta sunetele la un nivel superior tuturor celorlalte microfoane.

3.4.7.Microfoane de contact

Aşa cum spune şi numele, aceste microfoane captează sunetul fiind în contact fizic direct cu suprafața sonoră. Aceste microfoane sunt in general instalate pe instrumente muzicale, pe suprafața unei chitări bass, pe placa de rezonanță a unui pian sau pe o vioară. Microfoanele de contact au avantajul de a putea elimina sunetele exterioare care interferează şi de a nu fi influențate de reflecția sunetului în obiectele existente în jurul lor. Suprafața lor plată le deosebeşte de microfoanele mici de contact.

3.4.8.Caracteristicile direcționale

Ca şi lentilele, care pot să „vadă" o arie din diferite unghiuri, microfoanele au cam aceleaşi atribut: caracteristicile direcționale, sau, cu alte cuvinte, unghiul din care ele pot „auzi" sunetele. Pentru microfoane există trei categorii direcționale de bază: Omnidirecționale, Bi-direcționale şi Unidirecționale (figura 8).



Fig 8. Unghiul de captare sunete pentru Microfon Omnidirecțional, Bi-direcțional şi Unidirecțional

3.4.8.1. Microfoanele omnidirecționale

Microfoanele omnidirecționale (supranumite şi microfoane non-direcționale) sunt (mai mult sau mai puțin) la fel de sensibile la sunetele care vin din diferite direcții. Unul dintre avantajele lor este acela că sunt mult mai puțin sensibile la utilizarea lor aproape de gură (la sunetele produse atunci când respirăm), ca în cazul unui reporter care transmite o ştire. Totuşi în producțiile video generaliste, acolo unde nu se utilizează microfoane care se țin în mână, este recomandată utilizarea unui

microfon direcțional. Astfel, se vor reduce sunetele nedorite (sunetele de pe platou etc.) în timp ce sunetele dezirabile sunt amplificate.

3.4.8.2.Microfoane Bi-direcționale

Într-un model bi-direcțional microfonul este în primul rând sensibil la sunetele care vin din două direcții. Observați desenul de mai sus. Deşi folosit în mod obişnuit în interviurile de la radio, când două persoane stăteau la masă una în fața celeilalte, microfoanele bi-direcționale au fost puțin folosite în televiziune până la apariția standardului stereo.

3.4.8.3.Microfoane Unidirecționale

Termenul de unidirecțional denotă o clasificare generală a microfoanelor care sunt sensibile la sunetele care vin preponderent dintr-o singură direcție.

Există patru tipuri de microfoane în această categorie:

- Cardioide
- Supercardioide
- Hipercardioide
- Parabolice

Deşi aceşti termeni par a fi smulşi dintr-o carte de medicină, aceştia arată doar cât de îngust este modelul de captare al microfonului.

Microfoane cardioide

Modelul cardioid poartă această denumire după un model de sensibilitate care seamănă cu forma unei inimi (puteți observa această asemănare în ilustrația următoare).

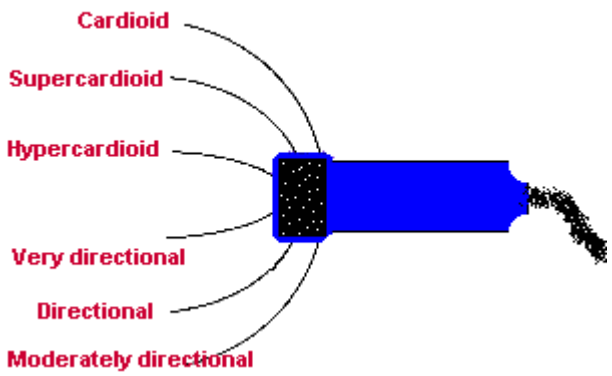


Fig. 9. Trei modele de microfoane direcționale

În figura 9 se prezintă foarte simplificat trei tipuri de modele direcționale. Microfoanele care utilizează un model cardioid sunt sensibile la sunetele care vin dintr-o arie largă situată în fața microfonului, dar sunt relativ insensibile la sunetele care vin din spatele microfonului. Deşi acest tip de microfon este util pentru captarea sunetelor emise de un cor într-un studio, modelul cardioid este mult prea mare pentru marea majoritate a producțiilor de televiziune. Când este amplasat la doi sau trei metri de vorbitor, are tendința de a capta şi sunete nedorite, precum zgomotul din public şi reverberația zidurilor. Când este ținut în mână, microfonul cardioid captează mai puțin zgomot ambiental decât microfoanele omnidirecționale, iar când sunt utilizate în acest fel necesită filtre mult mai groase pentru a estompa sunetele puternice rezultate prin rostirea consoanelor ocluzive (b-urile, p-urile etc.). De asemenea, aceste microfoane au tendința de a exagera sunetele joase atunci când sunt ținute aproape de gură.

Microfoanele supercardioide

Aceste microfoane sunt si mai direcționale decât modelul cardioid de sensibilitate. În timp ce modelul cardioid are un unghi de acceptare de 180 de grade, modelul supercardioid are doar 140 de grade. Atunci când acest tip de microfon este orientat către sursă, sunetele de interferență tind să fie respinse. Acest model este similar cu cel al urechii umane,

când ne întoarcem capul către sunetul pe care vrem să-l auzim şi să ignorăm celelalte sunete care interferează.

Microfoanele Hipercardioide şi lobare

Aceste microfoane sunt şi mai direcționale având o acoperire de mai puțin de 140 de grade. Pentru că sunetele perturbatoare vor fi în mare parte respinse, aceste microfoane trebuie orientate foarte precis către sursa de sunet. Anumite microfoane direcționale (shootgun) (vezi mai jos) sunt incluse în categoria microfoanelor hipercardioide.

Microfoanele direcționale (shotgun)

Aceste microfoane prin unghiurile de acceptare mici sau hipercardioide sunt unele dintre cele mai folosite microfoane pentru producțiile video. Din moment ce sunt foarte direcționale, permit o captare bună a sunetelor când sunt folosite la o distanță de 2-4 metri de vorbitor. La fel ca şi alte tipuri de microfoane direcționale, acestea au tendința de a respinge sunetele care ar putea interfera cu sunetele emise de vorbitor. Microfoanele extrem de direcționale nu trebuie folosite prea aproape de vorbitor pentru că exagerează sunetele joase. In plus, față de aceste întrebuințări, aceste microfoane mai sunt foarte utile pe scenă şi pentru aplicațiile de amplificare de putere (PA), acolo unde se folosesc boxe amplificatoare, întrucât pot reda niveluri audio mai înalte.

În figura 10 sunt prezentate câteva modele standard de sensibilitate (modele polare).



Fig. 10. Modele de sensibilitate /modele polare

În figura 10 apar microfoanele cu unghiul lor de captare a sunetului iar săgețile albastre reprezintă direcția în care sunt orientate microfoanele. Zonele roşii reprezintă ariile de maximă sensibilitate.

Microfoane Parabolice

Microfoanele parabolice reprezintă cele mai direcționale tipuri de microfoane. Această categorie se referă la modul în care un microfon este utilizat şi mai puțin la modelul direcțional al microfonului. Reflectorul parabolic poate avea un diametru cuprins între 30 de cm şi 1 metru.

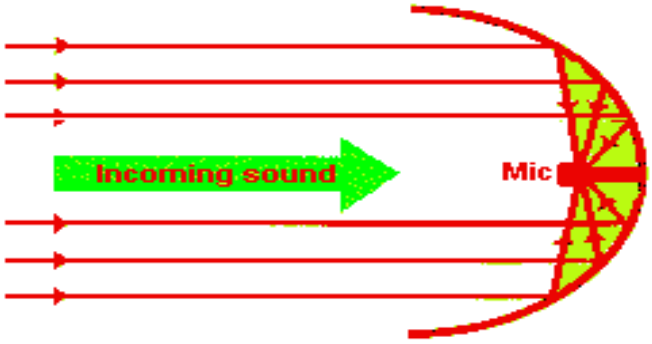


Fig. 11. Schema captării sunetului la microfonul Paraboli

Datorită formei reflectorului parabolic, doar sunetul care atinge unghiul foarte îngust de acceptare va fi dirijat către centrul microfonului. Microfoanele parabolice pot recepta sunete care provin de la mai mult de 60 de metri. Aceste microfoane nu sunt practice pentru producțiile de teren generaliste, dar sunt folosite deseori pentru transmisiunile sportive. In cazul microfoanelor parabolice sau direcționale folosite în locații, operatorul de sunet care le mânuieşte trebuie să folosească întotdeauna un set de căşti ataşate la ieşirea microfonului, mai ales dacă subiecții se află în mişcare. Orice mică eroare în orientarea microfonului direcțional poate distorsiona calitatea materialului audio.

Microfoane ținute în mână

Aceste microfoane sunt cel mai adesea microfoane dinamice deoarece se comporta bine atunci când captează subit o cantitate mare

de sunete. Deşi în mod obişnuit se numesc microfoane de mână, este un termen nu foarte exact, întrucât aceste microfoane pot fi amplasate pe suporturi speciale. Deoarece aceste microfoane se utilizează la o distanță foarte mică trebuie făcute câteva precizări. In primul rând, cel mai bine este ca microfonul să fie utilizat înclinat la un unghi de 30 de grade şi nu ținut direct perpendicular spre gură. Vorbitul şi cântatul direct în microfon creează nişte sunete neplăcute (distorsiuni ale s-urilor – sâsâieli – şi ale p-urilor şi b-urilor).

Marea majoritate a microfoanelor care se țin în mână sunt proiectate pentru a fi utilizate de la o distanță de 20-40 cm, dar această distanță poate fi redusă în cazul unei zone zgomotoase. Filtrele pop, care atenuează distorsiunile consoanelor ocluzive, sunt de multe ori incluse prin construcție în microfoanele de acest tip.

Când un astfel de microfon este utilizat la o distanță mică este recomandabil să se utilizeze o învelitoare de burete pentru a reduce efectul de distorsionare a consoanelor ocluzive. În plus, față de reducerea acestui efect de distorsionare, buretele elimină şi alte probleme esențiale care apar în producțiile de exterior: de pildă rafalele de vânt. Chiar şi o simplă briză poate distorsiona perceperea unui discurs. De obicei acest tip de microfon este ataşat unui suport „girafă” pentru a facilita o bună orientare a microfonului față de sursa țintă.

Poziționarea microfoanelor de mână

Atunci când un astfel de microfon este folosit de două persoane, diferențele de nivel audio pot fi evitate prin ținerea microfonului la o distanță mai mică în cazul persoanei cu vocea cea mai slabă. Intervievatorii fără experiență au tendința de a ține foarte aproape microfonul atunci când vorbesc. Problematic este atunci când prezentatorul are o voce puternică şi încrezătoare iar persoana căreia i se ia interviul răspunde foarte timid la întrebări.

Microfoanele personale

Aceste microfoane sunt fie agățate de gât printr-un cablu (lavalieră) sau prinse de haină cu o agrafă (microfon clip-on). Aceste microfoane

pot fi: microfoane dinamice, sau microfoane cu condensator. Microfoanele personale de tip omnidirecțional nu redau atât de puternic consoanele ocluzive precum cele cardioide, dar fiind mai puțin direcționale ele pot prelua sunete nedorite de la alți vorbitori care se află prin preajmă. Dacă pe un platou sunt mai mulți vorbitori (care pot începe să vorbească în acelaşi timp) microfoanele omnidirecționale care nu sunt folosite trebuie închise sau date la un nivel scăzut până când unul dintre invitați începe să vorbească. Microfoanele personale cu condensator pot avea dimensiuni foarte mici – un aspect foarte important ori de câte ori aveți nevoie să ascundeți microfonul.



Fig. 12. Microfon Clip-on

Atunci când ataşați un microfon personal, aveți grijă să nu-l amplasați aproape de agrafe sau alte bijuterii. Atunci când persoana în cauză se va mişca bijuteriile se vor freca de microfon creând sunete neplăcute. Mărgelele au tendința de a se mişca foarte mult şi sunt recunoscute pentru sunetul distorsionant pe care îl provoacă.

Microfoanele personale sunt proiectate pentru a capta sunete de la o distanță de 35 de cm. Dacă vreți să ataşați un microfon cu agrafă pe reverul unui sacou sau de decolteul unei rochii, va trebui să anticipați care va fi direcția de mişcare a capului vorbitorului. Apropo, marea majoritate a microfoanelor personale folosesc un clips metalic zimțat pentru prindere. Aceşti dinți zimțați pot distruge țesătura hainelor. Totuşi această problemă poate fi uşor rezolvată dacă folosiți o bucată de plastic sau de carton de dimensiunile unei cărți de vizită pentru a separa țesătura de dinții zimțați ai clipsului.

Ascunderea microfoanelor personale sub haine

De cele mai multe ori aceste microfoane sunt ascunse sub haine. Oricât de multă grijă veți avea la prinderea microfonului, pot apărea sunete nedorite când hainele se freacă de microfon atunci când persoana se mişcă. Astfel de sunete neplăcute apar si atunci când hainele se freacă de partea anterioară a firului de microfon (primii 20 de cm de sub microfon). Pentru a preveni astfel de incidente, toate cele trei elemente (microfonul, firul şi hainele) trebuie imobilizate într-un fel sau altul. Acest lucru se poate face prin prinderea microfonului între două bucăți de bandă adezivă sau bandă izolatoare şi fixarea acestora pe haine şi pe microfon. Dacă nu doriți să stricați materialul hainelor, va fi necesar să ataşați aceste benzi direct pe pielea persoanei, în acest caz veți putea folosi leucoplast pe bază de hârtie.

Trebuie de asemenea, să luați în calcul un dispozitiv care să împiedice smulgerea microfonului atunci când, în timpul mişcării, persoana calcă pe microfon sau îl agață de diverse obiecte. Un astfel de dispozitiv este acela care previne detaşarea microfonului când se forțează firul. Fără un astfel de dispozitiv, microfonul poate fi foarte uşor mişcat din loc, iar dacă acesta este lipit direct pe piele, desprinderea lui va crea nişte zgomote de nedescris.

Sunt mai multe feluri de astfel de dispozitive. Puteți ruga persoana să facă o buclă din fir pe care s-o prindă de o curea de piele; puteți face câteva bucle din cablu şi apoi să le ataşați de haine imediat sub microfon sau dacă persoana are disponibilă o mână liberă o puteți ruga să țină de fir când se deplasează.

De obicei cablurile de microfon nu sunt suficient de lungi pentru a face legătura între cutia cu conexiuni şi platou. În general, după ce ataşați o lavalieră sau un microfon personal unei persoane, aceasta ar trebui să aibă timp să se plimbe prin platou, înainte de începerea înregistrării. Acest lucru este posibil doar dacă cablul de la microfon este conectat la cablul prelungitor imediat ce se începe înregistrarea. Cu ajutorul unui regizor de platou, mai multe astfel de microfoane pot fi conectate la cablurile prelungitoare în diferite momente.

Se presupune că inginerul de sunet ar fi verificat şi înregistrat nivelurile audio pentru fiecare persoană în parte înainte ca microfoanele persoanelor respective să fie conectate şi pornite. Chiar şi în cazul unui

show în direct microfoanele pot fi verificate prin conectarea lor la o linie de redare şi ascultarea sunetelor de fundal.

Percepția forțată

În final, când se folosesc microfoane personale ascunse, amplasarea acestora foarte aproape de gura persoanei poate determina captarea unui sunet artificial – un fel de sunet steril care nu se aude în condițiile unei camere normale. Dacă sunteți amatori de termeni tehnici, veți numi acest sunet percepție forțată.

Uneori este recomandat să ataşați microfonul puțin mai jos, pentru a vă asigura că el va capta şi puțin din reverberația camerei. Dacă mai multe persoane din acea încăpere utilizează aceste microfoane, o soluție ar putea fi folosirea tuturor microfoanelor care sunt amplasate foarte aproape de persoanele în cauză şi înregistrarea sunetului de fundal al camerei cu ajutorul unui microfon tip boom. Acest sunet de fundal poate fi mixat în fluxurile celorlalte microfoane la un nivel foarte scăzut, aproape imperceptibil.

Microfonul tip cască

Acest microfon a fost proiectat special pentru comentatorii sportivi. În mod normal, se foloseşte un microfon cu filtru pentru reducerea efectelor consoanelor ocluzive (filtrul pop). (Vezi figura 13). Căştile insonorizate redau două canale audio: canalul specific transmisiunii şi canalul pentru indicațiile de regie.



Fig. 13. Microfon pentru scenă

Ataşarea microfonului de setul de căşti asigură o distanță constantă optimă între gură şi microfon, chiar şi atunci când comentatorul se mişcă dintr-o parte în alta. Cântăreții folosesc deseori acest tip de microfon, chiar la dimensiuni mult mai mici, în timpul concertelor.

Efectele de proximitate

Întrebare: Cum se face că şi cu ochii închişi puteți spune când o persoană vă vorbeşte de la 20 de centimetrii sau de la 5 metrii distanță?

O primă idee, ar putea fi aceea că atunci când o persoană vă vorbeşte de la o distanță de 20 de cm va vorbi mai tare decât cea amplasată la 5 metri distanță. Este doar o parte de adevăr, dar dacă vă gândiți mai bine e ceva mai mult decât atât. Veți dori să spuneți că vocea persoanei care vorbeşte lângă voi este „doar diferită" de cea a persoanei care vorbeşte de la o distanță mai mare. Acest „sună diferit" devine extrem de important atunci când se montează diferite scene la un loc. Sincronizarea benzilor audio fără a face observabilă (şi enervantă) lipirea lor necesită înțelegerea a modului în care sunetul se modifică odată cu distanța.

Sunetul, în timpul parcurgerii distanței, pierde din frecvențele sale joase (bass-ul) şi într-o mică măsură frecvențele înalte. Similar, microfoanele folosite la o distanță foarte mică creează ceea ce se numeşte efectul de proximitate – o redare exagerată a frecvențelor joase. Anumite microfoane au filtre speciale integrate pentru a reduce aceste frecvențe joase artificiale atunci când microfoanele se folosesc la distanțe foarte mici.

Când se folosesc microfoane direcționale amplasate la diferite distanțe, perspectiva sonoră sau audioprezența (balansul frecvențelor audio şi al altor caracteristici acustice) va fi diferită de la un microfon la altul. În plus, diferite tipuri de microfoane şi diferite condiții de audiție au caracteristici diferite care pot îngreuna procesul de editare audio. Aceste probleme se pot rezolva în cazul post-producției, când se pot adăuga diverse efecte de netezire a diferențelor observate. În această etapă de

netezire, se utilizează egalizatoare grafice pentru a încerca cuplarea secvențelor audio dintre secvențe succesive.

Din moment ce obținerea unei potriviri perfecte între scene este greu de realizat, este mult mai simplu să țineți minte problemele generate de efectele de proximitate atunci când utilizați microfoane amplasate la distanțe diferite. Efectele de proximitate variază şi în funcție de tipul de microfon folosit şi de acustica locației în care vă aflați.

Conectorii de microfon

Pentru a asigura fidelitatea sunetului, conectorii de microfon şi conectorii audio în general trebuie să fie păstrați curați, uscați şi bine aliniați, evitând îndoirea pinilor.

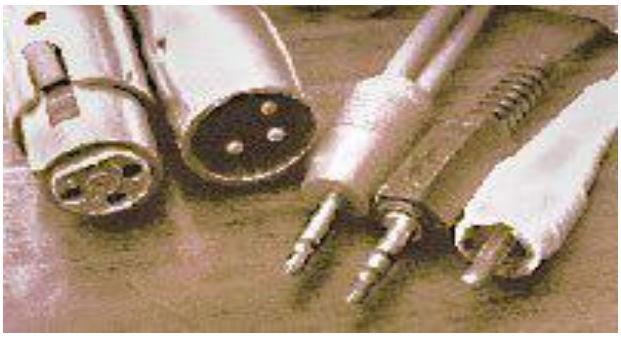


Fig. 14. Diferite tipuri de conectori

În figura 14 se pot observa diferite tipuri de conectori. Cei doi conectori din partea stângă a imaginii sunt conectori Cannon sau XLR mamă şi tată. Aceşti conectori cu trei pini şi sunt folosiți în aplicațiile audio profesionale. La dreapta conectorilor Cannon sunt conectorii mono şi stereo în miniatură. În cele din urmă, la dreapta acestor conectori observați conectorii RCA, cei mai comuni conectori utilizați pentru echipamentele destinate uzului casnic.

Cele mai multe camere de filmat (fie pentru utilizatori amatori sau cu cunoştințe mai avansate) au conectori stereo în miniatură. Din moment ce microfoanele profesionale au conectori tată XLR, este necesară utilizarea unor adaptoare. Cea mai simplă soluție este

utilizarea unui adaptor la unul dintre capetele cablului de microfon. O soluție mult mai versatilă este cea a unei cutii de conectori (vezi în figura 15) care are prize XLR şi butoane pentru controlul volumului pentru microfoane multiple. Această cutie cu adaptoare poate fi ataşată permanent unei camere.



Fig. 15. Cutie cu conectori

Atunci când se folosesc într-o producție de exterior, conectorii trebuie să fie menținuți uscați. Totuşi cablurile de la microfoane pot fi întinse pe iarba udă sau chiar prin apă fără a genera probleme – presupunând că învelişul exterior din plastic nu este deteriorat. Dacă munca dumneavoastră presupune condiții de ploaie sau zăpadă, umezeala poate fi oprită să intre în conectorii audio, învelindu-i cu grijă în bandă izolatoare. Trebuie subliniat faptul că acest truc se aplică doar conectorilor audio. Dacă se utilizează cabluri electrice pentru cameră, lumini şi video recorder, aceşti conectori trebuie păstrați în permanență uscați pentru a preveni pericolele de electrocutare.

Poziționarea cablurilor de microfon

Amplasarea cablurilor de microfon paralel cu cablurile de alimentare cu curent electric creează în general un murmur nedorit. Soluția cea mai simplă este aceea de a muta cablul de microfon la o distanță de 1 metru de orice cablu de alimentare. Luminile fluorescente pot de asemenea introduce interferențe nedorite cum ar fi un bâzâit supărător. Computerele şi diferite echipamente medicale, în special dacă sunt amplasate în apropierea echipamentelor sau cablurilor audio, pot de asemenea, crea sunete neplăcute. Aceste probleme pot fi evitate înainte

de a fi prea târziu, dacă ascultați cu atenție sunetele redate folosind o pereche de căşti insonorizate de calitate superioară.

Cablurile de microfon pot crea adesea probleme şi de aceea, în modulul următor, ne vom orienta atenția către microfoanele fără fir.

Pe parcursul activității practice, studentul trebuie să parcurgă următorii paşi:

- Elemente de bază privind înregistrarea sunetelor;
- Intensitatea, frecvența, acustica sunetului;
- Microfoane – tipuri şi condiții de folosire.

4. Echipamente utilizate

Echipamente captare sunete – diverse tipuri de microfoane

Masă mixare sunet

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea acestei lucrări practice, studentul trebuie să ştie să aleagă microfonul potrivit şi să îl poziționeze optim pentru captarea de sunete. De asemenea practicantul va cunoaşte condițiile specifice impuse madiului de înregistrare a emiciunilor TV. odul optim de reglare şi filmare a emisiunii în exterior. Să apteze sistemului de filmare la mediu,

6. Exemplu de rezultat asteptat (studiu de caz/aplicatie)

Realizarea benzii sonore pentru o emisiune în studio şi pentru un reportaj pe teren sau în studio TV.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 16

LP-16. Sistemul de distribuire a semnalelor audio video in studioul de televiziune

1. Tema lucrării

Sistemul de distribuire a semnalelor audio-video în studioul de televiziune

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal prezentarea elementelor care compun sistemul de distribuire al semnalelor audio video în studioul de televiziune.

3. Descrierea lucrării de practică: „Sistemul de distribuire a semnalelor audio-video în studioul de televiziune”

Sistemul de distribuire a semnalelor în studioul de televiziune este compus dintr-o serie de echipamente specifice, respectiv cabluri electrice de telecomunicații, pentru interconectarea tuturor echipamentelor utilizate.

3.1 Cabluri electrice de telecomunicații pentru interconectarea echipamentelor din studioul de televiziune

3.1.1 Parametrii cablurilor electrice

Cablurile electrice de telecomunicații reprezintă medii de transmisie destinate transmiterii informației reprezentate prin intermediul semnalelor electrice între două puncte aflate la distanță. Cablurile electrice sunt realizate pe baza unui material conductor (cupru, aur, argint) izolat de mediul exterior prin intermediul unor straturi realizate din materiale diferite, care au drept scop protecția atât a materialului conductor cât şi a informației transmise prin intermediul acestuia, de factorii perturbatori existenți în mediul extern.

Modul în care se utilizează cablurile electrice de telecomunicații pentru conectarea echipamentelor utilizate într-un studio de televiziune

depinde de proprietățile electrice ale acestora, care sunt descrise prin intermediul unui set de parametri, dintre care cei mai importanți sunt:

- impedanța caracteristică: se măsoară în ohmi; pentru evitarea pierderilor de semnal care pot să apară la intrările echipamentelor, este necesar ca impedanța de intrare a echipamentului să fie mult mai mare decât impedanța caracteristică a cablului, deoarece impedanța caracteristică a cablului şi impedanța de intrare a echipamentului formează un divizor pentru tensiunea0 care este transmisă pe cablu;
- pierderile caracteristice: se măsoară în dB/100m (pierderi în decibeli la 100 metri) şi descriu pierderile de semnal care apar la transmisia acestuia de-a lungul cablului; deoarce există aceste pierderi, în scopul refacerii semnalului transmis, de-a lungul cablului electric trebuie introduse amplificatoare de semnal;
- frecvența de tăiere: exprimată în hertzi, furnizează o măsură a lățimii de bandă a cablului respectiv, în care semnalele pot să treacă fără a fi atenuate.

3.1.2 Tipuri de cabluri electrice de telecomunicații

În studioul de televiziune se utilizează în principal următoarele tipuri de cabluri electrice: cabluri cu fire răsucite (twisted pair cables), utilizate cu precădere pentru transmiterea semnalelor audio, cabluri coaxiale, respectiv cabluri HDMI, utilizate pentru transmiterea atât a semnalelor audio cât şi video.

Cabluri cu fire răsucite (twisted pair cables)

Aşa cum se prezintă în Figura 1, aceste cabluri sunt compuse dintr-o pereche de fire izolate şi răsucite, utilizate atât pentru transmiterea semnalelor analogice cât şi a celor digitale. Modul răsucit în care sunt dispuse aceste cabluri determină reducerea fenomenului de diafonie, remarcat în cazul utilizării mai multor canale de transmisie, fenomen caracterizat prin afectarea informației transmise pe un canal de transmiterea semnalelor pe canalele învecinate.

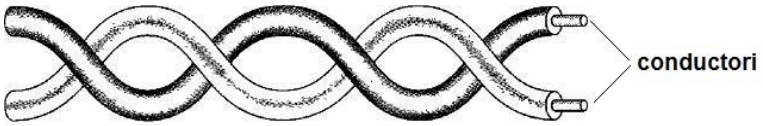
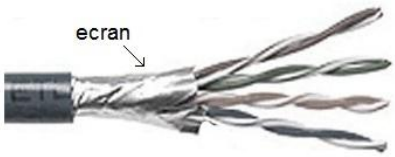


Fig.1. Modul în care sunt dispuse firele în cablurile cu fire răsucite.

De asemenea, acest tip de cablu este adecvat transmiterii diferențiale a semnalelor, mod care reduce semnificativ, în punctul de recepție al informațiilor, efectul zgomotelor electrice suprapuse în mod uzual peste informația utilă. Zgomotele electice sunt semnale aleatoare, care nu conțin niciun tip de informație, generate de diferite surse, cum ar fi componentele electronice din echipamentele electronice, sistemul de alimentare cu energie electrică, etc. În cazul transmiterii diferențiale a informației, conținutul acesteia se furnizează pe două fire simultan, dar cu polaritate opusă față de masă (de exemplu v/2, respectiv –v/2, unde v reprezintă informația transmisă). Ulterior, informația astfel transmisă este recuperată în punctul de recepție ca diferență între semnalele transmise pe cele două canale. Deoarece se consideră că zgomotele electrice afectează în mod similar informațiile transmise pe cele două fire, prin scăderea în punctul de recepție a informațiilor transmise pe acestea, efectul zgomotelor electrice se anulează.

Cablurile cu fire răsucite sunt de două tipuri, structura acestora fiind prezentată în Figura 2:

- cabluri ecranate, denumite şi cabluri STP (Shielded Twisted Pair),
- cabluri neecranate, denumite şi cabluri UTP (Unshielded Twisted Pair).



cablu cu fire rasucite ecranat (STP)



cablu cu fire rasucite neecranat (UTP)

Fig.2. Structura cablurilor cu fire răsucite.

În studiourile de televiziune se utilizează în general cablurile cu fire răsucite ecranate, deoarece acestea reduc efectul interferențelor electromagnetice, care perturbă informația transmisă. Ecranarea cablurilor este realizată prin intermediul unei plase metalice, denumită şi tresă metalică, care înconjoară perechea de fire răsucite, sau prin intermediul unei folii de aluminiu, variantă de cablu preferată în cazul sistemelor de comunicații de date şi care poartă denumirea de cablu FTP (Foiled Twisted Pair).

Cablurile cu fire răsucite sunt clasificate, în funcție de parametrii acestora, în diverse categorii. În studiourile de televiziune se utilizează cu precădere cablurile cu fire răsucite din categoria 5, denumite CAT5. Deoarece frecvența de tăiere a cablurilor cu fire răsucite CAT5 este relativ redusă, fiind aproximativ 50kHz, în studioul de televiziune, acest tip de cabluri este utilizat pentru transmiterea semnalelor audio, fie în format analogic, fie în format digital, caz în care este utilizat standardul de transmisie AES/EBU (Audio Engineering Society/ European Broadcasting Union).

Valoarea impedanței caracteristice pentru cablul cu fire răsucite depinde de parametrii constructivi ai acestuia. Valoarea uzuală pentru impedanța caracteristică a cablului cu fire răsucite CAT5 este de 100 ohmi, dar, în cazul în care cablurile cu fire răsucite sunt utilizate pentru

transmiterea semnalelor audio în format digital în standardul AES/EBU, atunci impedanța caracteristică a acestora este de 110 ohmi.

Conectarea cablurilor cu fire răsucite este realizată prin intermediul unor conectoare speciale, în funcție de aplicație. În cazul microfoanelor, acestea sunt conectate la echipamentele audio (mixerul audio) prin intermediul conectorului identificat sub denumirea conector XLR, prezentat în Figura 3.



Fig.3. Conectorul XLR.



Fig.4. Conectorul modular RJ45.

În cazul interconectării echipamentelor audio, este utilizat un conector modular special, pe 8 fire, denumit conector 8P8C, dar referit în mod uzual sub denumirea de “conector RJ45”, prezentat în Figura 4.

Cabluri coaxiale

Sunt cabluri electrice a căror structură este realizată dintr-un material conductor învelit într-un material izolator, ansamblu ecranat prin intermediul unei trese metalice, aşa cum este prezentat în Figura 5.

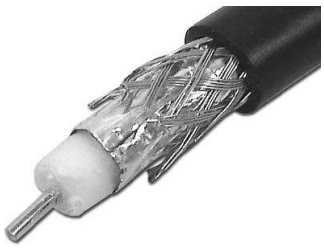


Fig.5. Cablul coaxial.

Deoarece frecvența de tăiere a acestui cablu este de ordinul gigaherților, în studioul de televiziune, cablurile coaxiale sunt utilizate atât pentru transmiterea semnalelor video cât şi a celor audio.

Valorile uzuale pentru impedanța caracteristică a cablurilor coaxiale utilizate în majoritatea aplicațiilor sunt cuprinse în intervalul de valori 50÷75 ohmi, iar pentru cablurile utilizate în studioul de televiziune este de 75 ohmi.

Conectorii utilizați pentru conectarea cablurilor coaxiale depind de frecvența semnalului transmis prin intermediul acestuia. În studioul de televiziune, conectorii utilizați pentru cablurile coaxiale sunt următorii:

- conector TS sau TRS, prezentat în Figura 6, utilizat pentru semnale a căror frecvență este mai mică de 100 kilohertzi; în studioul de televiziune aceşti conectori sunt utilizați pentru conectarea telefoanelor hibride utilizate pentru intercomunicarea între membrii echipei studioului de televiziune;



Fig.6. Conectoare de tip TS şi TRS.

- conector RCA, utilizat pentru semnale a căror frecvență nu depăşeşte 10 megaherți; în studioul de televiziune aceşti conectori sunt utilizați în conexiunile necesare transmiterii semnalelor audio şi a semnalelor video compuse şi au culori diferite, în funcție de tipul semnalului. Astfel, pentru semnalul video compus este

utilizată culoarea galbenă, iar pentru semnalul audio se utlizează doi conectori (două cabluri), de culoare albă, respectiv roşie. În cazul în care semnalul audio este stereo, pe cele două cabluri sunt transmise cele două canale audio, cel stâng pe cablul al cărui conector este de culoare albă, iar cel drept pe cablul al cărui conector este de culoare roşie. Conectorii RCA utilizați în studioul de televiziune sunt prezentați în Figura 7.



Fig.7. Conectoarele de tip RCA utilizate pentru conexiunile semnalelor audio şi video compuse.

- conector F, prezentat în Figura 8, utilizat pentru semnale a căror frecvență este în gama de valori [250MHz÷1GHz], destinat cu precădere distribuirii semnalelor video în studioul de televiziune.



Fig.8. Conectorul de tip F.

Cablurile HDMI

Sunt cabluri destinate transmiterii semnalelor audio, respectiv video reprezentate în format digital, conform protocolului de comunicații HDMI (High-Definition Multimedia Interface). Un singur cablul HDMI permite transmiterea informației video în variantă necomprimată a oricărui format de televiziune (inclusiv în format HD – High Definition), sau utilizat în comunicațiile între calculatoare, respectiv pune la

dispoziție 8 canale pentru transmiterea informației audio în format comprimat sau necomprimat.

De-a lungul timpului s-au dezvoltat mai multe versiuni pentru cablurile HDMI. Versiunile mai vechi, 1.0÷1.2 permit transmiterea biților de informație la frecvențe ale semnalului de ceas de până la 165MHz, iar cele mai recente şi anume versiunile 1.3, respectiv 1.4, permit transmiterea biților de informație la frecvențe ale semnalului de ceas de până la 340MHz.



Fig.9. Conector HDMI.

Conectorii utilizați pentru conexiunile cablurilor HDMI depind de versiunea utilizată. Pentru versiunile mai vechi se utilizează conectori de tip A, respectiv B, iar pentru versiunile mai recente se utilizează conectori de tip C, pentru versiunea 1.3, respectiv conectori de tip D, pentru versiunea 1.4. În Figura 9 este prezentat conectorul HDMI.

3.2 Echipamente de distribuire ale semnalelor în studioul de televiziune

Deoarece, în studioul de televiziune, informațiile sunt transmise atât prin intermediul semnalelor audio cât şi al semnalelor video, tipul echipamentelor utilizate pentru distribuirea semnalelor depind de tipul informației transmise. Principalele tipuri de echipamente de distribuire a semnalelor audio-video sunt:

- panouri Panel Patch,
- matrici de rutare ale semnalelor,
- amplificatoare de distribuție.

Panourile Patch Panel

Rolul panourilor Patch Panel este de a permite modificarea rapidă a căii semnalelor rutate într-un sistem de distribuire a semnalelor, respectiv de a permite monitorizarea semnalelor în diferite puncte din sistemul de distribuire a acestora. Un panou Patch Panel conține un set de conexiuni speciale pentru cabluri de diferite tipuri. Modificarea căii semnalelor este realizată manual de către operator, prin realizarea de conexiuni pe panoul frontal al echipamentului prin intermediul unor cabluri de conexiune scurte, denumite patch cable, introduse între un conector legat la o sursă şi un conector legat la o destinație. Partea din spate a panoului conține un set de legături la cabluri lungi şi permanente. În Figura 10 se prezintă partea frontală a unui panou Patch Panel în care sunt realizate diverse conexiuni prin intermediul cablurilor de conexiune.

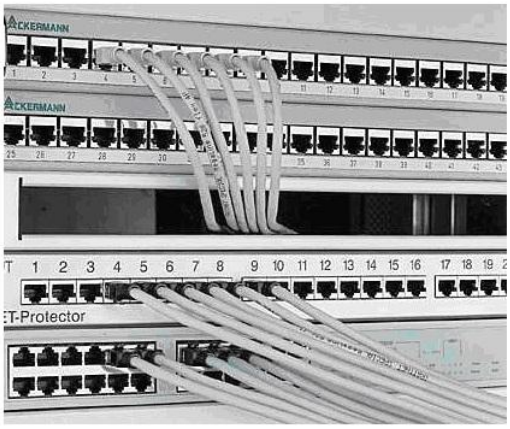


Fig.10. Partea frontală a unui panou Patch Panel.

Matrici de rutare ale semnalelor

Matricile de rutare a semnalelor reprezintă echivalentul electronic al panourilor Panel Patch, rolul matricilor de rutare a semnalelor fiind similar cu cel al panourilor Panel Patch. Din acest motiv, în cadrul studiourilor de televiziune, care necesită echipamente mai complexe pentru rutarea semnalelor, matricile de rutare înlocuiesc panourile Panel Patch în sistemul de distribuire al semnalelor.

Matricile de rutare ale semnalelor permit distribuirea atât a semnalelor audio cât şi video, reprezentate atât în format analogic cât şi digital.

Intrările în matricile de rutare ale semnalelor pot fi conectate la surse multiple şi permit rutarea unei intrări spre una sau mai multe destinații. Fiecare ieşire a matricii de rutare a semnalelor poate fi conectată simultan la una sau mai multe intrări. Astfel, matricea de rutare a semnalelor permite conectarea unor surse multiple la aceeaşi destinație. Această caracteristică poate fi exploatată pentru extinderea capacității de intrare a mixerelor audio sau a switcherelor video, prin distribuirea surselor multiple prin intermediul matricii de rutare către o singură intrare a mixerului audio sau a switcherului video.

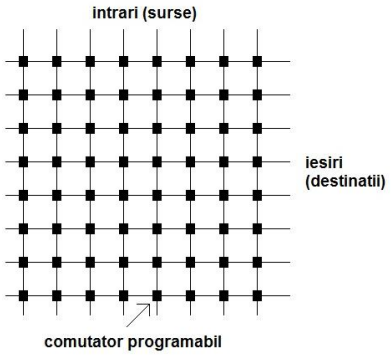


Fig.11. Structura internă a unei matrici de rutare a semnalelor.

Structura internă a acestui echipament este matricială, de exemplu cu intrările furnizate pe coloane, iar ieşirile furnizate pe linii, aşa cum este sugerat în Figura 11. La fiecare punct de intersecție a unei linii cu o coloană sunt dispuse comutatoare programabile care, în funcție de stare controlează conexiunea dintre o intrare şi o ieşire.

Matricile de rutare a semnalelor pot funcționa în trei moduri distincte şi anume modul A/V (Audio Follow Video) în care sursa audio este rutată împreună cu sursa video, modul video, în care sunt rutate numai semnalele video, respectiv modul audio, în care sunt rutate numai semnalele audio. Conexiunile dintre intrările şi ieşirile matricii sunt setate prin intermediul unor comutatoare programabile.

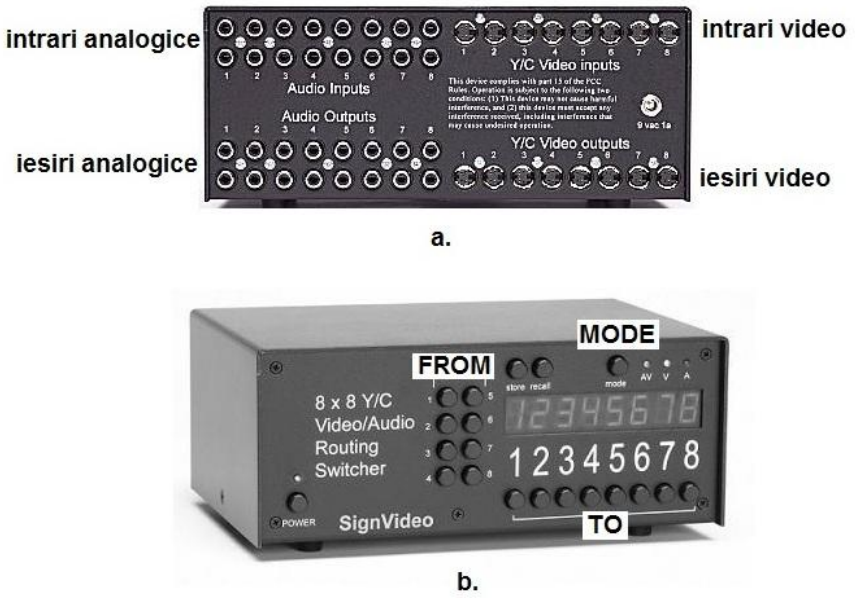


Fig.12. Matricea de rutare SV88 (Sign Video).

În Figura 12 se prezintă spre exemplificare matricea de rutare a semnalelor de dimensiune 8x8 (8 intrări, 8 ieşiri) SV88 S-Video Routing Switcher, produsă de firma Sign Video. În Figura 12.a se prezintă panoul din spatele matricii de rutare semnalelor, pe care se observă porturile de intrare, respectiv de ieşire pentru semnalele audio, respectiv video. Funcționarea matricii de rutare este controlată prin intermediul comutatoarelor de pe panoul frontal al echipamentului, prezentat în Figura 12.b. Modul de lucru al matricii de rutare este setat prin intermediul comutatorului MODE, iar sursa (intrarea), respectiv destinația (ieşirea) sunt stabilite din setul de comutatoare din secțiunile FROM, respectiv TO.

Amplificatoare de distribuire a semnalelor

Deoarce semnalele audio-video transmise prin cabluri pe distanțe mai mari sunt întotdeauna atenuate datorită pierderilor prin cablurile electrice, chiar dacă acestea sunt foarte bine ecranate, este necesar ca, în sistemul de distribuire a semnalelor, să fie introduse puncte de amplificare a semnalelor transmise, care să compenseze pierderile de semnal înregistrate. Aceste puncte de amplificare sunt realizate prin introducerea unor amplificatoare de distribuție.

În funcție de tipul sursei de intrare, amplificatoarele de distribuție pot fi amplificatoare audio, respectiv amplificatoare video. Cele două

tipuri de amplificatoare operează în domenii de frecvență diferite, dar carateristicile acestora sunt similare. Amplificatoarele de distribuție permit reglarea factorului de amplificare în scopul compensării peirderilor de semnal suferite la transmiterea acestora prin cablurile electrice. Pe lângă rolul de amplificare, amplificatoarele de distribuție preiau semnalul de intrare şi îl distribuie simultan spre mai multe destinații. Semnalele de ieşire sunt identice şi sunt furnizate spre diverse destinații pe trasee de semnal diferite. Furnizarea semnalelor spre diverse destinații este realizată pe ieşiri izolate unele de altele, astfel încât, eventualele probleme tehnice care pot să apară pe un anumit traseu de semnal (de exemplu un scurtcircuit accidental) nu vor afecta transmiterea semnalelor spre alte destinații.

O altă caracteristică a amplificatoarelor de distribuție este raportul semnal-zgomot mare, care contribuie la reducerea semnificativă a influenței zgomotelor electrice suprapuse peste semnalele audio, respectiv video. De asemenea, amplificatoarele de distribuție care dispun de intrări diferențiale au un factor de rejecție a semnalelor de mod comun de valoare foarte mare.

Amplificatoarele de distribuție au o impedanță de intrare foarte mare, respectiv o impedanță de ieşire foarte mică, pentru evitarea pierderilor de semnal la borne.

4. Echipamente utilizate

Matrice de rutare a semnalelor, amplificatoare de distribuție, cabluri de conexiune.

5. Rezultate aşteptate

Formarea abilităților necesare implementării unui sistem de distribuire a semnalelor audio-video, precum şi a operării echipamentelor utilizate în sistemul respectiv. Astfel, la finalul lucrării de practică, studentul trebuie să cunoască:

- cunoaşterea tipurilor de cablu utilizate pentru transmiterea semnalelor audio-video,
- cunoaşterea echipamentelor specifice sistemului de distribuire a semnalelor audio-video,

- utilizarea echipamentelor din sistemul de distribuire a semnalelor audio-video.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Implementarea unui sistem de distribuire al semnalelor audio-video.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 17

1. Tema lucrării

Mixajul audio şi efectele audio speciale

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea tehnicilor de mixaj audio şi realizarea efectelor audio speciale cu ajutorul mixerului audio.

3. Descrierea lucrării de practică: „Mixajul audio şi efectele audio speciale”

3.1. Noțiuni introductive

Mixerul audio (se mai numeşte şi consolă de mixare audio) este utilizat în camera de producție a studioului de televiziune şi reprezintă principalul echipament din lanțul de semnal audio al unui studio de televiziune. Schema de principiu a unui mixer audio este prezentată în Figura 1.

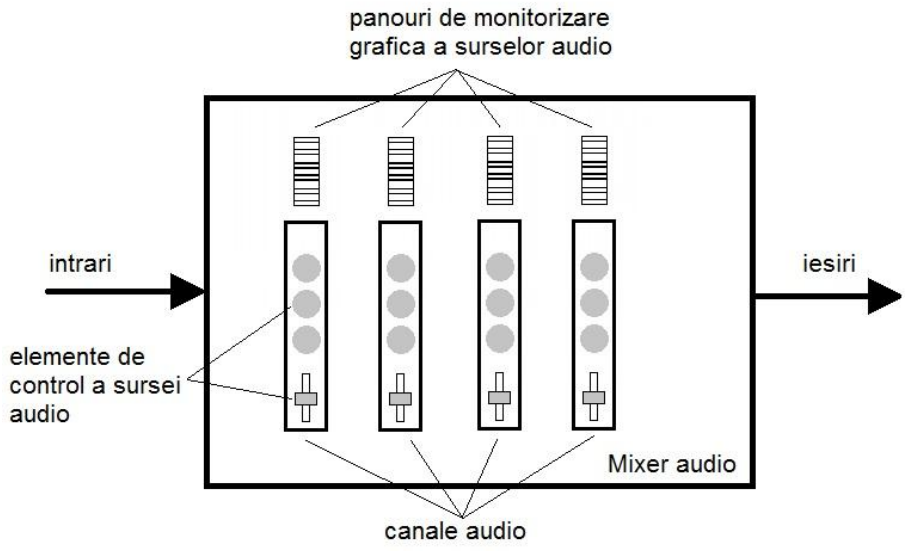


Fig.1. Mixerul audio.

Mixerul audio este un echipament care permite conectare împreună a diferitelor surse de semnal audio din studioul de televiziune (surse audio), selectarea acestora în scopul distribuirii către diverse

echipamente conectate la ieşirile mixerului, controlul parametrilor surselor audio, sau mixarea, respectiv gruparea diferitelor surse audio pentru o mai uşoară manipulare a acestora.

Pe lângă facilitățile enumerate mai sus, mixerele audio realizează mai multe funcții dintre care, cele mai importante sunt:

- amplificarea semnalelor de nivel redus, (cum ar fi cele generate la ieşirea microfoanelor),
- atenuarea semnalelor de nivel ridicat (cum ar fi cele generate de echipamentele de redare/înregistrare, sau de diferite instrumente muzicale),
- monitorizarea audio (în difuzoare şi căşti) şi vizuală (VU-metre, peak-metre) a surselor audio,
- controlul panoramării fiecărei surse de sunet (reglajul poziției acesteia față de centrul imaginii sonore în cazul redării stereofonice),
- asigurarea alimentării microfoanelor cu condensator (furnizarea tensiunii de alimentare “fantomă”),
- comunicarea în cadrul studioului cu alți membrii ai echipei ce se află în alte încăperi,
- schimbul de semnale audio cu alte studiouri aflate la distanță.

3.2. Porturile mixerului audio

Porturile mixerului audio sunt reprezentate de bornele de conexiune ale acestuia cu echipamentele din lanțul de semnal audio. În funcție de direcția de transmisie a sursei audio, porturile mixerului audio se clasifică în:

- intrări: sursa audio este furnizată de la echipamentul audio spre mixerul audio,
- ieşiri: sursa audio este furnizată de la mixerul audio spre echipamentul audio.

Intrările mixerului audio

Mixerului audio este divizat în canale audio. Fiecare canalele audio preia câte o sursă audio, generată de echipamentul conectat la una din intrările repartizate canalului respectiv. Echipamentele conectate la

intrările mixerului audio pot genera semnale analogice, semnale digitale, respectiv semnale audio monofonice (mono) respectiv stereofonice (stereo) astfel încât, un mixer audio trebuie să fie capabil să opereze cu întreaga gamă de tipuri de semnale audio enumerată. Din acest motiv, mixerele audio dispun de canale mono sau stereo, a căror intrări suportă atât semnale analogice, care provin în general de la microfoanele din studioul de televiziune, cât şi semnale digitale, care provin de la diverse echipamente audio utilizate în studioul respectiv.

Fiecare canal mono al mixerului audio conține de un set de intrări care, în funcție de echipamentele care se pot conecta la intrările respective, se pot clasifica în mai multe tipuri:

- intrări pentru microfoane, identificate prin denumirea MIC: după cum indică şi tipul denumirii intrării, la aceste intrări se conectează microfoanele din studio. Microfoanele acustice generează la ieşiri un semnal electric de nivel redus şi din acest motiv, sursele audio furnizate la intrările MIC sunt amplificate. Totodată, la aceste intrări se pot conecta dispozitive DIB (Direct Injection Box), care sunt conectate la instrumentele muzicale electronice, în scopul capturării sunetelor produse de instrumentul respectiv la o calitate superioară, față de cazul în care sunetele instrumentelor ar fi capturate direct, prin intermediul microfoanelor. Deoarece celelelalte tipuri de intrări mono ale canalului audio nu amplifică semnalul aplicat pe intrările respective, este contraindicat ca microfoanele sau dispozitivele DIB din studioul de televiziune să se conecteze la alte tipuri de intrări decât intrările MIC. Dacă nu se ține cont de această indicație, sursele audio provenite de la microfoane sau dispozitivele DIB rămân la un nivel redus.
- intrări LINE: sunt destinate conectării echipamentelor audio care generează surse audio de nivel înalt, cum ar fi: instrumente electronice (orgă electronică, tobă electronică, sampler), player/recorder audio multitrack, etc. Deoarece aceste echipamente generează surse audio de nivel înalt, intrările LINE nu amplifică sursele audio. Totodată, din aceeaşi cauză, dacă un echipament care generează o sursă audio de nivel înalt este conectată la o intrare de tipul MIC, atunci aceasta este distorsionată de către mixerul audio prin amplificarea sa.

- intrări INSERT POINT: fiecărui canal mono al mixerului audio îi este alocată cîte o intrare de acest tip, prin intermediul căreia se pot insera în canalul respectiv, între preamplificatorul şi egalizorul canalului, diferite procesoare de semnal, cum ar fi echipamentele de compresie/limitare (compresor/limiter), unități de generare a efectelor audio, respectiv egalizoare grafice.

Canalele stereo dispun de pereche de intrări, identificate prin denumirile L (Left) şi R (Right), la care se conectează cele cablurile celor două canale stereo ale ieşirilor echipamentelor audio stereo.

În Figura 2 sunt prezentate porturile de intrare pentru canalele mono, respectiv stereo, situate pe panoul frontal al mixerului audio.

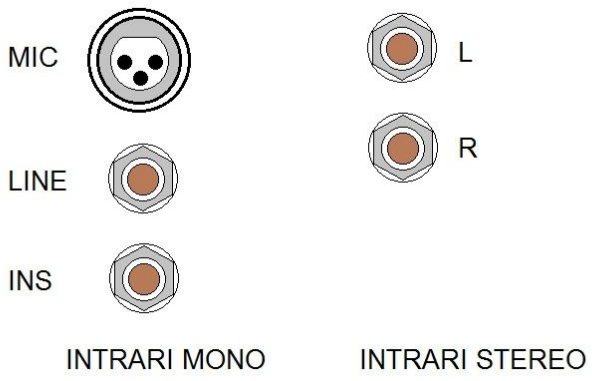


Fig.2. Porturile de intrare ale mixerului audio.

Pe lângă intrările în canalele audio enumerate mai sus, mixerul audio mai dispune de intrări similare mono, respectiv stereo şi într-o secțiune specială a mixerului denumită MASTER CONTROL, destinată controlului global al surselor audio conectate la mixer.

Ieşirile mixerului audio

La ieşirile mixerului audio se conectează echipamente audio care permit: înregistrarea surselor audio (recordere audio), procesarea acestora (unități de generarea a efectelor, unități de compresie, echipamente de sincronizare audio-video), amplificarea acestora (amplificatoare de putere), monitorizarea audio a acestora (boxe audio, căşti audio), transmisia acestora (echipamente electronice de

transmisie), sau intercomunicarea între membrii echipelor aflați în diverse camere ale studioului de televiziune (telefoane hibride).

Mixerul audio dispune de diverse tipuri de ieşiri, cum ar fi:

- ieşiri directe (Direct Out): acestea sunt alocate, câte una fiecărui canal şi permit distribuirea directă a sursei audio a canalului respectiv către echipamentul de amplificare sau înregistrare, sau către unitatea de generare a efectelor audio, dacă este necesar ca sursa audio respectivă să fie prelucrată independent de restul surselor audio, conectate la intrările mixerului audio,
- ieşiri principale (Main Outputs): sunt ieşiri stereo, pe două canale (L, respectiv R), care furnizează direct sursele audio, sau rezultatul mixării, sau al procesării acestora, echipamentelor audio care sunt conectate la ieşirile respective, în scopul înregistrării, sincronizării cu semnalul video sau al transmiterii acestora.
- ieşiri pentru monitorizare: sunt plasate în secțiunea master şi sunt utilizate pentru monitorizarea audio (în căşti audio sau boxe audio) în camera de producție a surselor audio, sau pentru comunicații interne, între membrii echipei studioului de filmare aflați în camere diferite,
- ieşiri auxiliare (AUX): destinate conectării boxelor audio de scenă pentru monitorizarea audio pe scenă, sau pe platou de filmare, respectiv conectării unor procesoare de semnal.

În Figura 3 sunt prezentate porturile de ieşire ale mixerului audio.

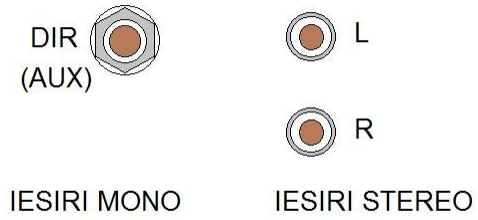


Fig.3. Porturile de ieşire ale mixerului audio.

3.3. Monitorizarea grafică a nivelului surselor audio

Sursele audio pot fi afectate de zgomot sau de distorsiuni, ambele cauze determinând deteriorarea calității surselor audio respective.

Zgomotele sunt semnale aleatoare care nu conțin informație utilă şi care provin de la componentele electronice ale echipamentelor electronice, de la rețeaua de alimentare, sau sunt de natură ambientală, provenind de la microfoanele deschise, sistemul de iluminare, etc. Aceste zgomote se suprapun peste informația utilă, reprezentată de sursa audio, astfel încât rezultatul este reprezentat de o informație încărcată de zgomote (informația utilă este perturbată). Din acest motiv este necesar ca zgomotul să fie eliminat din informația utilă. Zgomotul ambiental poate fi eliminat relativ uşor prin filtrare, iar mixerul audio dispune de filtre special destinate acestui scop. Zgomotul datorat componentelor electronice este mai greu de controlat. Pentru monitorizarea nivelului de zgomot prezent în semnalul util, se defineşte un parametru specific denumit raport semnal-zgomot, a cărei valoare indică de câte ori este mai mare nivelul informației utile față de nivelul zgomotului prezent în informația respectivă. Cu cât valoarea acestui parametru este mai mare cu atât informația utilă este mai "curată". În echipamentele audio profesionale valoarea minim necesară a raportului semnal-zgomot este 55:1, adică nivelul informației utile este de 55 de ori mai mare decât cel al zgomotului. Obținerea unor valori mari ale acestui parametru necesită amplificarea semnalului util şi menținerea zgomotului la nivelul inițial (zgomotul nu trebuie să fie amplificat de blocurile electronice din echipamentele audio).

Distorsiunile sunt generate de diferite cauze (de exemplu neliniaritatea componentelor electronice) şi determină modificarea conținutului informației utile.

Monitorizarea nivelului surselor audio este necesară pentru verificarea calității acestora. Un nivel prea redus micşorează valoarea raportului semnal-zgomot şi în consecință zgomotul afectează puternic sursa audio respectivă. Un nivel prea mare generează distorsiuni în sursa audio respectivă. Din aceste motive, nivelul sursei audio trebuie încadrat într-un anumit domeniu de valori.

Mixerele audio dispun de o serie de blocuri electronice, care permit măsurarea nivelului (intensității) sursei audio (sunetului). Aceste unități sunt alocate fiecărui canal audio şi se împart în două mari categorii, şi anume, Volum Unit–metre (VU-metre), respectiv Peak Program-metre (PP-metre).

VU-metrul este un voltmetru electronic special, care furnizează o măsură a intensității sunetului determinată ca valoare medie într-un interval de timp foarte scurt. Valoarea furnizată de către VU-metru este indicată sau prin intermediul led-urilor, sau pe un panou care include o scară de măsură logaritmică exprimată în decibeli, în care valoarea este indicată prin intermediul unui ac. În mod normal, nivelul sunetului indicat de către VU-metru trebuie să fie în intervalul de valori [-6dB, 0dB]. Pentru valori sub pragul -6dB, raportul semnal zgomot al sursei audio devine prea mic, iar pentru valori mai mari de pragul 0dB, sursa audio devine distorsionată. Mixerul audio dispune de o funcție pentru controlul nivelului sursei audio, acționată prin intermediul unui potențiometru denumit FADER.

PP-metrul este un tip de voltmetru care furnizează valoarea instantanee a intensității sunetului. Acest instrument de măsură este necesar deoarece urechea umană nu poate percepe distoriunile de foarte scurtă durată care afectează sursa audio, distorsiune care afectează calitatea înregistrării surselor audio respective şi poate pune în pericol integritatea blocurilor electronice ale mixerului.

În general, mixerele audio dispun de linii de led-uri care indică prin aprindere valoarea instantanee a intensității sunetului. Aceste led-uri sunt grupate în segmente de culori diferite, pentru a furniza indicații vizuale despre regiunea în care se poate încadra intensitatea sunetului monitorizat.

În Figura 4 sunt prezentate panourile frontale ale unităților de monitorizare a nivelului sursei audio.

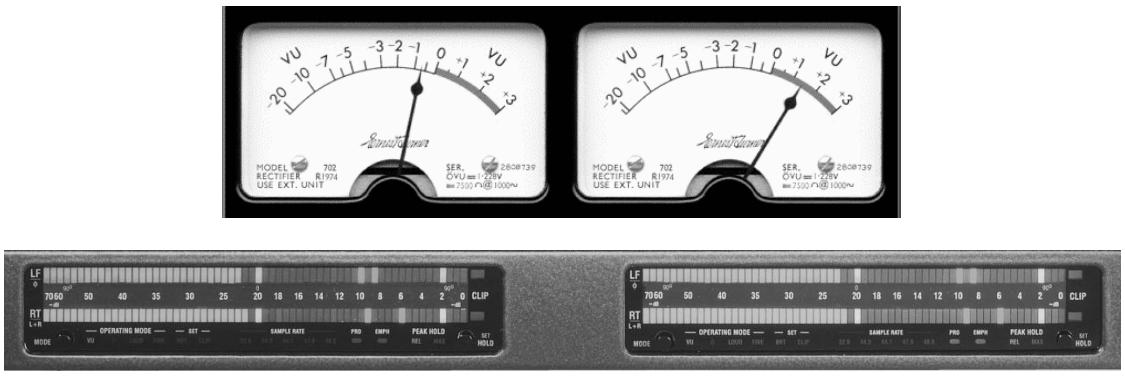


Fig.4. Unități de monitorizare grafică a nivelului sursei audio.

3.4. Controlul funcțiilor mixerului audio

În Figura 5 este prezentată o schiță generică pentru traseul de semnal al unei surse audio în canalul unui mixer audio, precum şi principalele operații efectuate asupra acesteia. Traseul de semnal prezentat se poate modifica în funcție de aplicația vizată.

Sursa audio este furnizată canalului la intrarea MIC (microfon sau unitate DIB), respectiv LINE (echipamente de înregistrare/redare a semnalelor audio, instrumente electronice).

Inițial, sursa audio este procesată prin intermediul unor unități interne mixerului audio (blocuri de amplificare/atenuare, filtrare, egalizare armonici), şi, dacă este necesar, prin intermediul unor echipamente audio externe (procesoare de semnal).

Într-o primă etapă, sursa audio este prelucrată prin intermediul unui bloc de preamplificare/atenuare şi a unui bloc de filtrare. Funcția de preamplificare este utilizată pentru a amplifica sursa audio furnizată la intrarea MIC (care are nivel redus) şi pentru a reduce efectul zgomotului prezent în sursa audio respectivă, prin creşterea raportului semnal-zgomot. Funcția de atenuare este utilizată pentru atenuarea nivelului sursei audio furnizată pe intrarea LINE, în scopul evitării distorsionării acesteia la nivelul mixerului audio. Blocul de filtrare funcționează ca un filtru trece sus, permițând trecerea prin el numai a armonicilor de frecvență mare din spectrul semnalului audio. Acest bloc este util pentru eliminarea zgomotelor de natură acustică (zgomote de scenă), eliminarea zgomotelor ”hum” de joasă frecvență, sau pentru eliminarea armonicilor de joasă frecvență din voce.

Sursa audio astfel prelucrată este furnizată blocului de inserție, sau poate fi furnizată la o ieşire pentru monitorizarea audio a acesteia, în cazul în care se activează, prin intermediul unui comutator, funcția PFL (Pre Fade Listen), utilă pentru reglajul corect al nivelului sursei audio furnizată la intrarea mixerului audio.

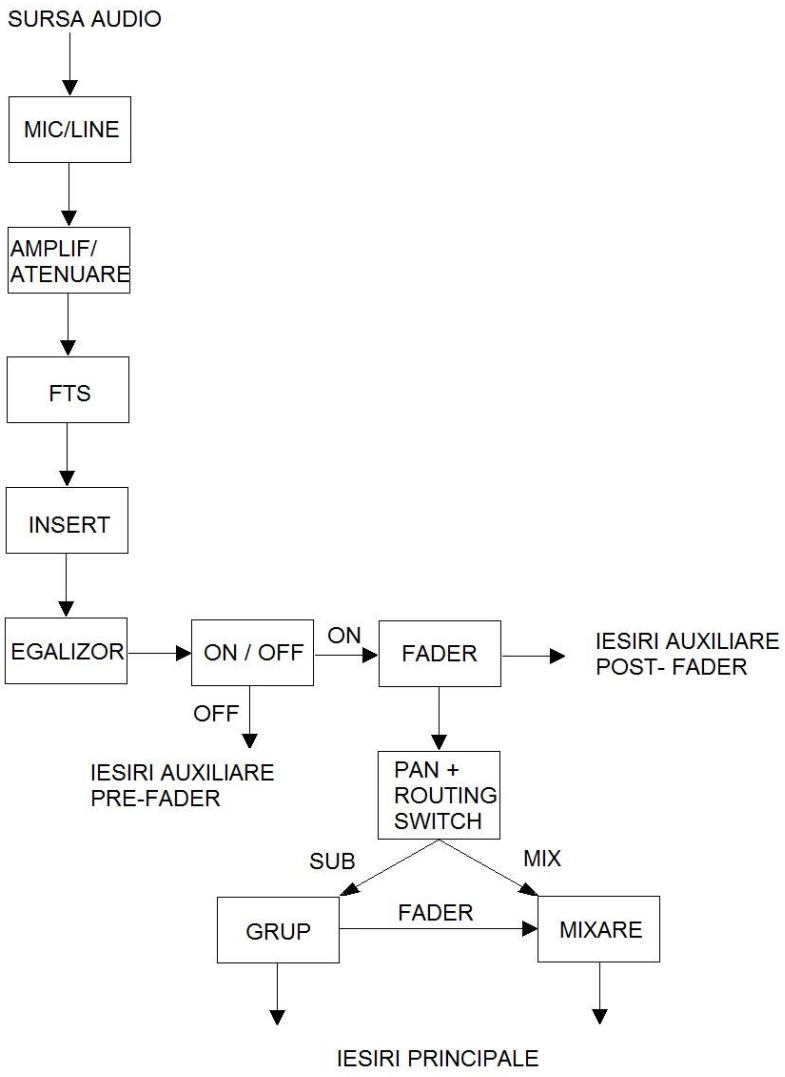


Fig.5. Traseul de semnal al unei surse audio în canalul mixerului audio.

La nivelul blocului de inserție, prin intermediul intrărilor INSERT POINT se pot introduce în canal procesoare de semnal. În acest caz, sursa audio prelucrată (amplificată sau atenuată, respectiv filtrată) este furnizată procesorului de semnal, care procesează sursa respectivă (realizează funcții de compresie/limitare asupra acesteia). Rezultatul generat de către procesorul de semnal este reintrodus în canalul audio al mixerului, tot la nivelul blocului de inserție. În Figura 6 se prezintă modul în care se poate insera în canalul audio un echipament audio exterior.

În continuare, sursa audio este furnizată egalizorului parametric al canalului mixerului audio. La nivelul acestui bloc, armonicile sursei audio pot fi amplificate sau atenuate. Egalizorul conține un set de filtre de

tensiune prin intermediul cărora se poate controla valoarea amplitudinii armonicilor sursei audio, în funcție de frecvența acestora şi de banda de frecvență a filtrelor respective. Astfel, un filtru trece jos controlează amplitudinea armonicilor de frecvență joasă, un filtru trece sus controlează amplitudinea armonicilor de frecvență înaltă, iar un set de filtre trece/opreşte bandă controlează amplitudinea armonicilor în domeniul frecvențelor medii, în diverse game de valori.

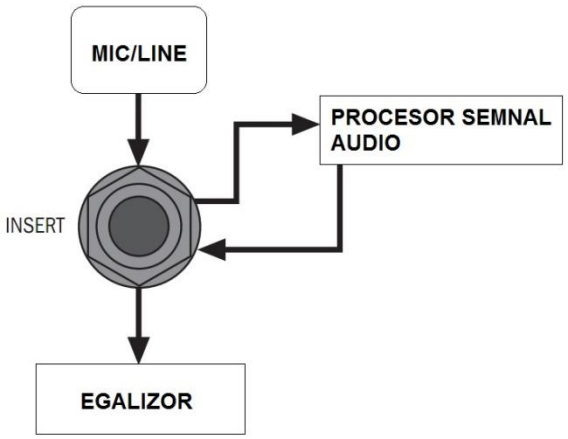


Fig.6. Inserarea unui procesor audio extern în canalul mixerului audio.

Lanțul de blocuri utilizate pentru prelucrarea sursei audio se termină la ieşirea blocului de egalizare. În continuare, sursa audio prelucrată poate fi introdusă în blocul de mixare sau nu, în funcție de starea comutatorului ON/OFF. În cazul în care acest comutator este pe poziția ON, canalul audio respectiv este deschis, iar sursa audio prelucrată este introdusă în blocul de mixare în care ulterior poate să fie mixată, sau grupată cu sursele audio ale altor canale şi în final furnizată la ieşiri. În cazul în care comutatorul este pe poziția OFF, canalul respectiv este închis, iar sursa audio a canalului este izolată de restul lanțului de blocuri ale traseului de semnal, nemaiputând fi furnizată la ieşirile mixerului audio.

În cazul în care canalul este deschis, sursa audio prelucrată este furnizată în continuare atât unității de mixare a surselor audio, cât şi ieşirilor auxiliare pre-fader ale mixerului. Deoarece semnalele furnizate pe ieşirile auxiliare pre-fader nu sunt controlate de funcțiile unității de mixare, aceste ieşiri sunt utilizate în general când este necesară monitorizarea surselor audio generate pe scenă, sau pe platorul de

filmare. Un exemplu tipic constă în monitorizarea audio, de către un muzician aflat pe o scenă, a interpretării sale, în timpul desfăşurării acesteia. Monitorizarea audio se realizează prin intermediul unui amplificator de putere (conectat la ieşirile mixerului audio) şi a unei boxe audio plasată pe scena respectivă.

Principalul instrument de control al procesului de mixare/grupare a surselor audio este reprezentat de către unui potențiometru, denumit FADER, care corespunde fiecărui canal. Nivelul sursei audio a canalului considerat, în unitatea de mixare, este controlat (amplificat sau atenuat) prin intermediul acestui potențiometru.

După reglarea nivelului sursei audio în unitatea de mixare, sursa audio este trimisă către secțiunea de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, respectiv către ieşirile auxiliare post-fader, destinate, în general, conectării procesoarelor de semnal, cum ar fi unități de întârziere, sau unități reverb (pentru generarea reverberațiilor acustice).

Primele elemente din lanțul de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, care sunt acționate în pereche, sunt un potențiometru, denumit în mod generic PAN, respectiv comutatorul de rutare a surselor audio (ROUTING SWITCH), care are două poziții distincte: MIX, respectiv SUB.

Modul în care sunt distribuite sursele audio ale canalelor, precum şi rolul potențiometrului PAN, depind de poziția în care este acționat comutatorul de rutare a surselor audio.

Astfel, dacă acesta este acționat pe poziția MIX, mixerul audio realizează funcția de mixare a surselor audio. Sursele audio ale canalelor sunt trimise către blocul de mixare unde sunt mixate, iar rezultatul obținut este furnizat la ieşirile principale ale mixerului. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este trimis semnalul audio rezultat pe cele două canale stereo (L, respectiv R).

Dacă comutatorul de rutare al surselor audio este acționat pe poziția SUB, mixerul audio realizează funcția de grupare a surselor audio. Această funcție este utilă în cazul în care se intenționează gruparea unor surse audio de acelaşi tip (de exemplu sursele audio ale

unui grup de microfoane care capturează semnalul generat de acelaşi instrument muzical), în scopul controlului nivelului acestora în blocul de mixare prin intermediul unui potențiometru FADER unic. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este distribuită sursa audio de pe canalul respectiv (setează grupul din care aceasta face parte). În continuare, grupul de surse audio este trimis fie către blocul de mixare, fie direct la ieşirile principale ale mixerului audio.

3.5. Reglaje specifice

Reglajul nivelului sursei audio

Reglajul nivelului sursei audio se realizează atât la intrarea mixerului audio (a echipamentului), cât şi la intrarea în blocul de mixare al mixerului audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea mixerului este necesar pentru aducerea nivelului sursei audio generate de către echipamentul conectat la intrarea respectivă, într-un domeniu de valori corect, care elimină zgomotele electronice, sau evită distorsionarea sursei audio, astfel încât aceasta să atingă un optim din punct de vedere al calității. Acest reglaj se realizează parcurgând următorii paşi:

- se activează funcția PFL: astfel, sursa audio devine disponibilă la ieşirea de monitorizare;
- se reglează valoarea amplificării sau a atenuării blocului de amplificare/atenuare, prin acționarea unui comutator denumit în general SENS, sau GAIN, urmărindu-se indicațiile liniei de led-uri a canalului sursei audio reglate. În general, reglajul realizat este considerat corect în cazul în care se aprinde grupul de led-uri galbene, dar, pentru evitarea erorilor, se recomandă consultarea documentației mixerului audio utilizat;
- se dezactivează funcția PFL.

Acest reglaj este necesar să fie efectuat pentru toate canalele mixerului la care există o sursă audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea blocului de mixare se realizează prin intermediul potențiometrului FADER, care este de tip logaritmic. Din acest motiv, controlul optim al nivelului sursei audio, este realizat în domeniul de valori din vecinătatea valorii zero, unde controlul

devine liniar. În cazul în care potențiometrul este acționat în vecinătatea poziției inferioare, unde reglajul este puternic neliniar, nivelul sursei audio poate varia mult chiar şi pentru curse scurte ale cursorului potențiometrului FADER.

Totodată, în reglajul nivelului sursei audio, este necesar să se țină cont de faptul că valoarea acestuia este controlată atât din potențiometrul GAIN (SENS) cât şi din potențiometrul FADER.

Reglajul tonalității sursei audio

Reglajul tonalității sursei audio este realizat prin intermediul egalizorului parametric, care are atât un rol de natură corectivă, cât şi un rol de natură creativă.

Astfel, în primul caz, egalizorul este utilizat pentru compensarea imperfecțiunilor acustice ale camerei (de exemplu, ale platoului de filmare sau ale unei săli de concert), pentru compensarea imperfecțiunilor generate de captarea sunetelor prin intermediul microfoanelor, sau pentru compensarea imperfecțiunilor de redare a surselor audio, generate de parametrii specifici echipamentelor de monitorizare audio (boxe audio).

Pe de altă parte, egalizorul poate fi utilizat în scop creativ, prin controlul amplitudinii armonicilor sursei audio, în scopul creşterii calității acesteia. De exemplu, vocea unui artist vocal, care performează într-un studio de înregistrare, poate fi ridicată calitativ prin amplificarea unor armonici ale vocii acestuia şi atenuarea altora.

Egalizorul este cu atât mai performant cu cât conține mai multe benzi de frecvență. Pentru domeniile extreme de frecvență şi anume domeniul frecvențelor joase, respectiv domeniul frecvențelor înalte, reglajul egalizorului se realizează prin intermediul unui potențiometru, care, în funcție de poziția cursorului său, amplifică, respectiv atenuează câştigul filtrului utilizat în banda de frecvență respectivă. În Figura 7 se prezintă modul în care se poate regla egalizorul în funcție de poziția cursorului potențiometrului, pentru domeniile de frecvență considerate. Graficul prezentat se numeşte caracteristică de frecvență şi indică modul în care variază gâştigul filtrului utilizat, în funcție de valoarea frecvenței semnalului aplicat la intrarea acestuia. Astfel, în cazul în care cursorul

potențiometrului este plasat pe valori pozitive, armonicile din banda de frecvență considerată sunt amplificate, în cazul în care cursorul potențiometrului este plasat pe valori negative, armonicile din banda de frecvență considerată sunt atenuate, iar dacă cursorul potențiometrului este plasat pe valoarea zero, armonicile din banda de frecvență considerată trec nemodificate prin egalizor.

Pentru domeniile medii de frecvență, egalizorul dispune de două reglaje independente, realizat prin intermediul a două potențiometre. Prin intermediul unui potențiometru se poate regla mijlocul benzii de frecvență a filtrului într-un anumit domeniu de valori, iar prin intermediul celui de-al doilea potențiometru, se poate regla valoarea câştigului în banda de frecvență setată, într-o manieră similară cu cea prezentată pentru reglajul egalizorului în benzile de frecvență extreme. În Figura 8 se prezintă modul în care se poate regla egalizorul în domeniul frecvențelor medii.

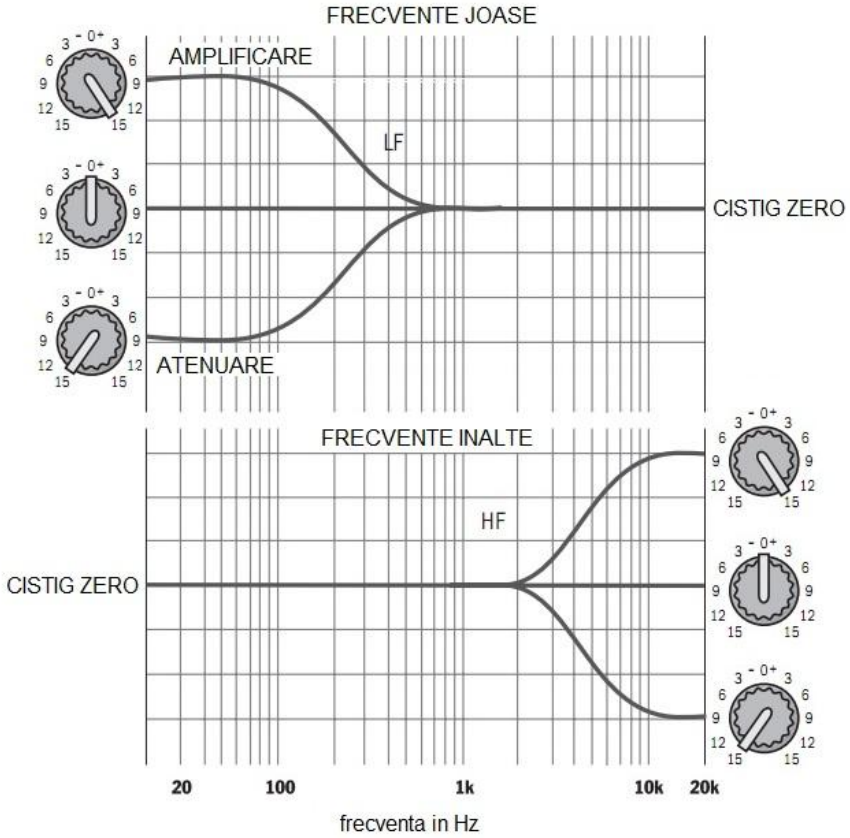


Fig.7. Reglajul egalizorului parametric în domeniile de frecvență extreme.

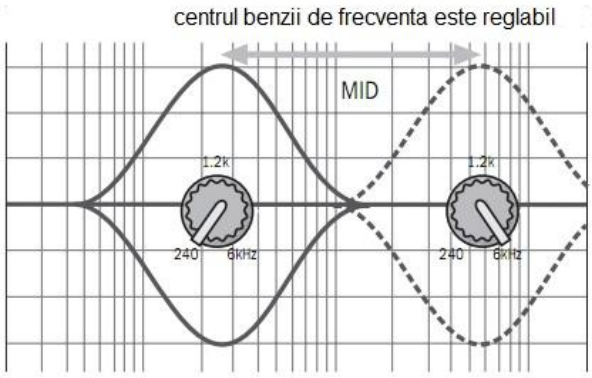


Fig.8. Reglajul egalizorului în domeniile medii de frecvență.

Introducerea unității de generare a efectelor audio speciale într-un canal audio

Unitățile de generare a efectelor audio speciale au drept scop crearea unei atmosfere aparte, prin mixarea unei surse audio cu diverse efecte audio speciale. Principalele efecte audio speciale sunt:

- reverberații: datorate reflexiilor repetate ale undelor sonore în contact cu diverse obiecte,
- întârzieri: o sursă audio este întârziată şi mixată cu ea însăşi, obținându-se în acest mod o sursă audio dublată,
- ecoul: sursa audio se aude în ecou prin introducerea unei întârzieri,
- pitch shifter: efect audio care permite modificarea înălțimii sunetului cu până la o octavă în oricare direcție; prin acest efect un singur instrument muzical poate fi făcut să sune ca mai multe instrumente,
- efecte de cor şi flanging: efecte obținute prin întârzieri şi modulații ale intensității sunetului, care induc senzația multiplicării surselor audio.

Introducerea unei unități de generare a efectelor audio într-un canal al mixerului, presupune utilizarea unui canal mono, la care se aplică sursa audio originală şi a unui canal stereo, la care se furnizează rezultatul mixării sursei audio originale cu efectele audio speciale, unitatea de generare a efectelor audio speciale fiind inserată între aceste canale. Sursa audio care corespunde canalului mono poartă denumirea de sursă

dry (sursă uscată), iar sursa audio care se aplică la intrarea canalului stereo, care conține mixate sursa dry şi efectele audio se numeşte sursă wet (sursă umedă), denumiri care sugerează diferența dintre cele două surse, determinată de prezența, în cel de-al doilea caz, a efectelor audio speciale. Realizarea unui astfel de lanț audio, care se mai numeşte buclă pentru efecte (effect loop), presupune parcurgerea următoarelor etape:

1.se conectează intrările unității de generare a efectelor la ieşirea auxiliară post fader (AUX-POST) a canalului mono,

2.se conectează ieşirile unității de generare a efectelor la intrările L, respectiv R, care corespund canalului stereo,

3.în continuare, în canalul mono se realizează următoarele reglaje:

- se activează funcția de monitorizare a sursei audio furnizate la ieşirea auxiliară post fader; funcția respectivă se activează prin intermediul unui comutator identificat sub denumirea AFL, corespunzător ieşirii auxiliare post fader, la care este conectată unitatea de generare a efectelor audio speciale.
- se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizate pe ieşirea auxiliară post fader, identificat prin denumirea AUX POST, la indicația 0 de pe scara metrică,
- în unitatea de generare a efectelor audio speciale, se reglează la 0 nivelul sursei audio la intrarea acesteia; după ultimile două reglaje, nivelul sursei audio se poate monitoriza pe linia de led-uri plasată în secțiunea reglajelor pentru ieşirile auxiliare, de pe panoul frontal al mixerului,
- se dezactivează funcția AFL,
- se activează funcția PFL a canalului stereo,
- se reglează la 0 valoarea câştigului blocului de amplificare/atenuare al canalului stereo, prin acționarea potențiometrului SENS, (sau GAIN) alocat acestui canal,
- se dezactivează funcția PFL a canalului stereo; după aceste reglaje, sursa audio inițială, aplicată pe canalul mono, este mixată cu efectele generate de unitatea de generare a efectelor audio speciale,

4.în final, în canalul stereo se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizată pe ieşirea auxiliară post fader, identificat

prin denumirea AUX POST, la valoarea minimă, pentru anularea reacției în lanțul audio astfel format.

Introducerea procesoarelor de semnal într-un canal audio

Procesoarele de semnal au drept scop modificarea parametrilor semnalului care constituie o sursă audio, a semnalelor care compun un grup de surse audio, sau a unui semnal audio obținut prin mixarea mai multor semnale. Principalele tipuri de procesoare de semnal sunt:

- egalizoare grafice: echipamente audio compuse din filtre de tensiune care divizează spectrul audio în benzi de frecvență adiacente, care permit amplificarea, respectiv atenuarea armonicilor din spectrul surselor audio; controlul amplitudinii armonicilor se realizează prin intermediul unui comutator, alocat fiecărei benzi de frecvență;
- egalizori parametrici: similari celor din mixerul audio, dar care permit un control mai amplu al parametrilor benzii de frecvență (lățimea benzii, valoarea mediană a benzii, etc.);
- porți de semnal (gates): au rolul de a bloca trecerea unei surse audio atunci cînd un parametru al acesteia (de exemplu nivelul) scade sub o anumită valoare de prag, stabilită de utilizator;
- expandoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri scad sub anumite valori de prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine scade sub valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul creşterii automate a câştigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor scade sub valoarea pragului setat;
- compresoare/limitatoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri cresc peste un anumit prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine creşte peste valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul scăderii automate (compresie) a câştigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor creşte peste valoarea pragului setat. În cazul în care compresia semnalului este mare, semnalul audio nu mai depăşeşte pragul maxim admis, caz în care procesorul de semnal se comportă ca un limitator.

Introducerea unui procesor de semnal într-un canal al mixerului audio se realizează prin parcurgerea următoarelor etape:

1. se conectează intrările procesorul de semnal la intrarea INSERT POINT a canalului mono,
2. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează o valoarea unitară pentru câştig, pentru a evita amplificarea sursei audio în procesorul respectiv,
3. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează funcțiile de procesare ale sursei audio,
4. deoarece introducerea unui procesor de semnal într-un canal audio poate modifica nivelul sursei audio, dacă este necesar, acesta se reajustează prin intermediul FADER-ului canalului mono al mixerului.

3.6. Exemplu de mixer audio

În Figura 9 se prezintă mixerul audio Ghost produs de firma de echipamente audio Souncraft, care dispune de 24 de canale de intrare.

Structura unul canal audio mono este prezentată în Figura 10. În secțiunea superioară sunt porturile canalului: ieşirea directă, respectiv intrările. Secțiunea a doua conține elementele de control utilizate pentru procesarea sursei audio la nivelul canalului audio şi anume: potențiometrul SENS pentru ajustarea câştigului canalului, respectiv elementele de control ale egalizorului parametric identificate sub denumirile HF, pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor înalte, MID pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor medii, respectiv LF pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor joase. Următoarea secțiune conține elementele de control pentru setarea nivelului sursei audio furnizate ieşirilor auxiliare. Ultima secțiune conține elementele de control pentru setarea stării canalului – comutatorul ON, pentru activarea funcției PFL, comutatorul de rutare a sursei audio identificat prin denumirea MIX SUB şi potențiometrul PAN, precum şi potențiometrul FADER. Structura unui canal stereo este similară din punct de vedere a funcțiilor, dar porturile conțin intrări, respectiv ieşiri pentru cele două canale stereo, L, respectiv R.

Mixerul audio mai conține o secțiune denumită MASTER SECTION, cu facilități similare celor proprii canalelor audio ale mixerului, care furnizează în plus o ieşire pentru telefon şi pentru controlul furnizării tensiunii de alimentare pentru microfoanele cu condensator.



Fig.9. Mixerul audio Ghost (Soundcraft)

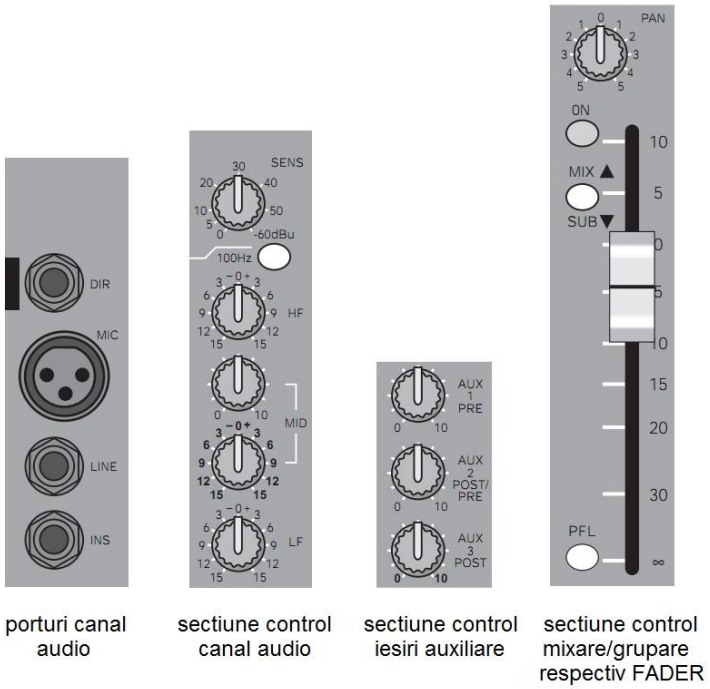


Fig.10. Porturile şi elementele de control ale canalelor mixerului audio Ghost (Soundcraft).

5. Echipamente utilizate

Masă de mixaj audio, amplificatoare de putere, boxe audio.

6. Rezultate aşteptate

Formarea abilităților necesare utilizării mixerului audio. Astfel, studentul trebuie dobândească cunoştințele necesare:

- Identificării funcțiilor şi modului de operare a sistemului de mixaj audio
- Realizării de efecte audio speciale.

7. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Realizarea unui modul de emisiune cu folosirea mesei de mixaj audio.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 17

LP-17. Mixajul audio şi efectele audio speciale

1. Tema lucrării

Mixajul audio şi efectele audio speciale

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea tehnicilor de mixaj audio şi realizarea efectelor audio speciale cu ajutorul mixerului audio.

3. Descrierea lucrării de practică: „Mixajul audio şi efectele audio speciale”

3.1. Noțiuni introductive

Mixerul audio (se mai numeşte şi consolă de mixare audio) este utilizat în camera de producție a studioului de televiziune şi reprezintă principalul echipament din lanțul de semnal audio al unui studio de televiziune. Schema de principiu a unui mixer audio este prezentată în Figura 1.

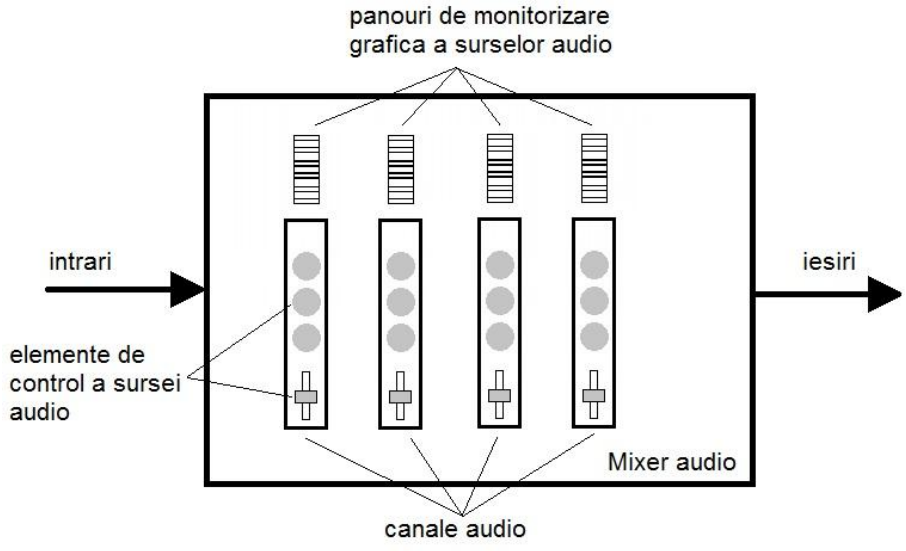


Fig.1. Mixerul audio.

Mixerul audio este un echipament care permite conectare împreună a diferitelor surse de semnal audio din studioul de televiziune (surse audio), selectarea acestora în scopul distribuirii către diverse echipamente conectate la ieşirile mixerului, controlul parametrilor surselor audio, sau mixarea, respectiv gruparea diferitelor surse audio pentru o mai uşoară manipulare a acestora.

Pe lângă facilitățile enumerate mai sus, mixerele audio realizează mai multe funcții dintre care, cele mai importante sunt:

- amplificarea semnalelor de nivel redus, (cum ar fi cele generate la ieşirea microfoanelor),
- atenuarea semnalelor de nivel ridicat (cum ar fi cele generate de echipamentele de redare/înregistrare, sau de diferite instrumente muzicale),
- monitorizarea audio (în difuzoare şi căşti) şi vizuală (VU-metre, peak-metre) a surselor audio,
- controlul panoramării fiecărei surse de sunet (reglajul poziției acesteia față de centrul imaginii sonore în cazul redării stereofonice),
- asigurarea alimentării microfoanelor cu condensator (furnizarea tensiunii de alimentare “fantomă”),
- comunicarea în cadrul studioului cu alți membrii ai echipei ce se află în alte încăperi,
- schimbul de semnale audio cu alte studiouri aflate la distanță.

3.2. Porturile mixerului audio

Porturile mixerului audio sunt reprezentate de bornele de conexiune ale acestuia cu echipamentele din lanțul de semnal audio. În funcție de direcția de transmisie a sursei audio, porturile mixerului audio se clasifică în:

- intrări: sursa audio este furnizată de la echipamentul audio spre mixerul audio,
- ieşiri: sursa audio este furnizată de la mixerul audio spre echipamentul audio.

Intrările mixerului audio

Mixerului audio este divizat în canale audio. Fiecare canalele audio preia câte o sursă audio, generată de echipamentul conectat la una din intrările repartizate canalului respectiv. Echipamentele conectate la intrările mixerului audio pot genera semnale analogice, semnale digitale, respectiv semnale audio monofonice (mono) respectiv stereofonice (stereo) astfel încât, un mixer audio trebuie să fie capabil să opereze cu întreaga gamă de tipuri de semnale audio enumerată. Din acest motiv, mixerele audio dispun de canale mono sau stereo, a căror intrări suportă atât semnale analogice, care provin în general de la microfoanele din studioul de televiziune, cât şi semnale digitale, care provin de la diverse echipamente audio utilizate în studioul respectiv.

Fiecare canal mono al mixerului audio conține de un set de intrări care, în funcție de echipamentele care se pot conecta la intrările respective, se pot clasifica în mai multe tipuri:

- intrări pentru microfoane, identificate prin denumirea MIC: după cum indică şi tipul denumirii intrării, la aceste intrări se conectează microfoanele din studio. Microfoanele acustice generează la ieşiri un semnal electric de nivel redus şi din acest motiv, sursele audio furnizate la intrările MIC sunt amplificate. Totodată, la aceste intrări se pot conecta dispozitive DIB (Direct Injection Box), care sunt conectate la instrumentele muzicale electronice, în scopul capturării sunetelor produse de instrumentul respectiv la o calitate superioară, față de cazul în care sunetele instrumentelor ar fi capturate direct, prin intermediul microfoanelor. Deoarece celelelalte tipuri de intrări mono ale canalului audio nu amplifică semnalul aplicat pe intrările respective, este contraindicat ca microfoanele sau dispozitivele DIB din studioul de televiziune să se conecteze la alte tipuri de intrări decât intrările MIC. Dacă nu se ține cont de această indicație, sursele audio provenite de la microfoane sau dispozitivele DIB rămân la un nivel redus.
- intrări LINE: sunt destinate conectării echipamentelor audio care generează surse audio de nivel înalt, cum ar fi: instrumente electronice (orgă electronică, tobă electronică, sampler), player/recorder audio multitrack, etc. Deoarece aceste echipamente generează surse audio de nivel înalt, intrările LINE nu amplifică sursele audio. Totodată, din aceeaşi cauză, dacă un

echipament care generează o sursă audio de nivel înalt este conectată la o intrare de tipul MIC, atunci aceasta este distorsionată de către mixerul audio prin amplificarea sa.

- intrări INSERT POINT: fiecărui canal mono al mixerului audio îi este alocată cîte o intrare de acest tip, prin intermediul căreia se pot insera în canalul respectiv, între preamplificatorul şi egalizorul canalului, diferite procesoare de semnal, cum ar fi echipamentele de compresie/limitare (compresor/limiter), unități de generare a efectelor audio, respectiv egalizoare grafice.

Canalele stereo dispun de pereche de intrări, identificate prin denumirile L (Left) şi R (Right), la care se conectează cele cablurile celor două canale stereo ale ieşirilor echipamentelor audio stereo.

În Figura 2 sunt prezentate porturile de intrare pentru canalele mono, respectiv stereo, situate pe panoul frontal al mixerului audio.

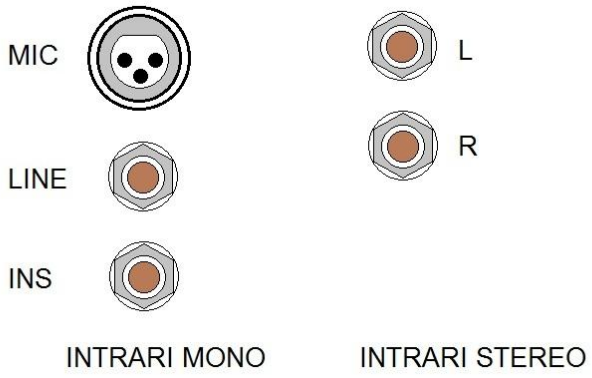


Fig.2. Porturile de intrare ale mixerului audio.

Pe lângă intrările în canalele audio enumerate mai sus, mixerul audio mai dispune de intrări similare mono, respectiv stereo şi într-o secțiune specială a mixerului denumită MASTER CONTROL, destinată controlului global al surselor audio conectate la mixer.

Ieşirile mixerului audio

La ieşirile mixerului audio se conectează echipamente audio care permit: înregistrarea surselor audio (recordere audio), procesarea acestora (unități de generarea a efectelor, unități de compresie, echipamente de sincronizare audio-video), amplificarea acestora

(amplificatoare de putere), monitorizarea audio a acestora (boxe audio, căşti audio), transmisia acestora (echipamente electronice de transmisie), sau intercomunicarea între membrii echipelor aflați în diverse camere ale studioului de televiziune (telefoane hibride).

Mixerul audio dispune de diverse tipuri de ieşiri, cum ar fi:

- ieşiri directe (Direct Out): acestea sunt alocate, câte una fiecărui canal şi permit distribuirea directă a sursei audio a canalului respectiv către echipamentul de amplificare sau înregistrare, sau către unitatea de generare a efectelor audio, dacă este necesar ca sursa audio respectivă să fie prelucrată independent de restul surselor audio, conectate la intrările mixerului audio,
- ieşiri principale (Main Outputs): sunt ieşiri stereo, pe două canale (L, respectiv R), care furnizează direct sursele audio, sau rezultatul mixării, sau al procesării acestora, echipamentelor audio care sunt conectate la ieşirile respective, în scopul înregistrării, sincronizării cu semnalul video sau al transmiterii acestora.
- ieşiri pentru monitorizare: sunt plasate în secțiunea master şi sunt utilizate pentru monitorizarea audio (în căşti audio sau boxe audio) în camera de producție a surselor audio, sau pentru comunicații interne, între membrii echipei studioului de filmare aflați în camere diferite,
- ieşiri auxiliare (AUX): destinate conectării boxelor audio de scenă pentru monitorizarea audio pe scenă, sau pe platou de filmare, respectiv conectării unor procesoare de semnal.

În Figura 3 sunt prezentate porturile de ieşire ale mixerului audio.

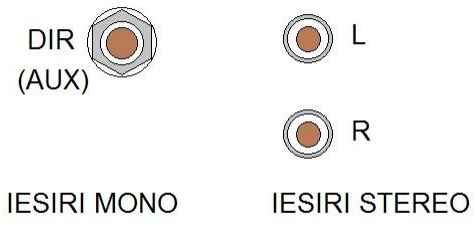


Fig.3. Porturile de ieşire ale mixerului audio.

3.3. Monitorizarea grafică a nivelului surselor audio

Sursele audio pot fi afectate de zgomot sau de distorsiuni, ambele cauze determinând deteriorarea calității surselor audio respective.

Zgomotele sunt semnale aleatoare care nu conțin informație utilă şi care provin de la componentele electronice ale echipamentelor electronice, de la rețeaua de alimentare, sau sunt de natură ambientală, provenind de la microfoanele deschise, sistemul de iluminare, etc. Aceste zgomote se suprapun peste informația utilă, reprezentată de sursa audio, astfel încât rezultatul este reprezentat de o informație încărcată de zgomote (informația utilă este perturbată). Din acest motiv este necesar ca zgomotul să fie eliminat din informația utilă. Zgomotul ambiental poate fi eliminat relativ uşor prin filtrare, iar mixerul audio dispune de filtre special destinate acestui scop. Zgomotul datorat componentelor electronice este mai greu de controlat. Pentru monitorizarea nivelului de zgomot prezent în semnalul util, se defineşte un parametru specific denumit raport semnal-zgomot, a cărei valoare indică de câte ori este mai mare nivelul informației utile față de nivelul zgomotului prezent în informația respectivă. Cu cât valoarea acestui parametru este mai mare cu atât informația utilă este mai “curată”. În echipamentele audio profesionale valoarea minim necesară a raportului semnal-zgomot este 55:1, adică nivelul informației utile este de 55 de ori mai mare decât cel al zgomotului. Obținerea unor valori mari ale acestui parametru necesită amplificarea semnalului util şi menținerea zgomotului la nivelul inițial (zgomotul nu trebuie să fie amplificat de blocurile electronice din echipamentele audio).

Distorsiunile sunt generate de diferite cauze (de exemplu neliniaritatea componentelor electronice) şi determină modificarea conținutului informației utile.

Monitorizarea nivelului surselor audio este necesară pentru verificarea calității acestora. Un nivel prea redus micşorează valoarea raportului semnal-zgomot şi în consecință zgomotul afectează puternic sursa audio respectivă. Un nivel prea mare generează distorsiuni în sursa audio respectivă. Din aceste motive, nivelul sursei audio trebuie încadrat într-un anumit domeniu de valori.

Mixerele audio dispun de o serie de blocuri electronice, care permit măsurarea nivelului (intensității) sursei audio (sunetului). Aceste unități sunt alocate fiecărui canal audio şi se împart în două mari categorii, şi anume, Volum Unit–metre (VU-metre), respectiv Peak Program-metre (PP-metre).

VU-metrul este un voltmetru electronic special, care furnizează o măsură a intensității sunetului determinată ca valoare medie într-un interval de timp foarte scurt. Valoarea furnizată de către VU-metru este indicată sau prin intermediul led-urilor, sau pe un panou care include o scară de măsură logaritmică exprimată în decibeli, în care valoarea este indicată prin intermediul unui ac. În mod normal, nivelul sunetului indicat de către VU-metru trebuie să fie în intervalul de valori [-6dB, 0dB]. Pentru valori sub pragul -6dB, raportul semnal zgomot al sursei audio devine prea mic, iar pentru valori mai mari de pragul 0dB, sursa audio devine distorsionată. Mixerul audio dispune de o funcție pentru controlul nivelului sursei audio, acționată prin intermediul unui potențiometru denumit FADER.

PP-metrul este un tip de voltmetru care furnizează valoarea instantanee a intensității sunetului. Acest instrument de măsură este necesar deoarece urechea umană nu poate percepe distoriunile de foarte scurtă durată care afectează sursa audio, distorsiune care afectează calitatea înregistrării surselor audio respective şi poate pune în pericol integritatea blocurilor electronice ale mixerului.

În general, mixerele audio dispun de linii de led-uri care indică prin aprindere valoarea instantanee a intensității sunetului. Aceste led-uri sunt grupate în segmente de culori diferite, pentru a furniza indicații vizuale despre regiunea în care se poate încadra intensitatea sunetului monitorizat.

În Figura 4 sunt prezentate panourile frontale ale unităților de monitorizare a nivelului sursei audio.

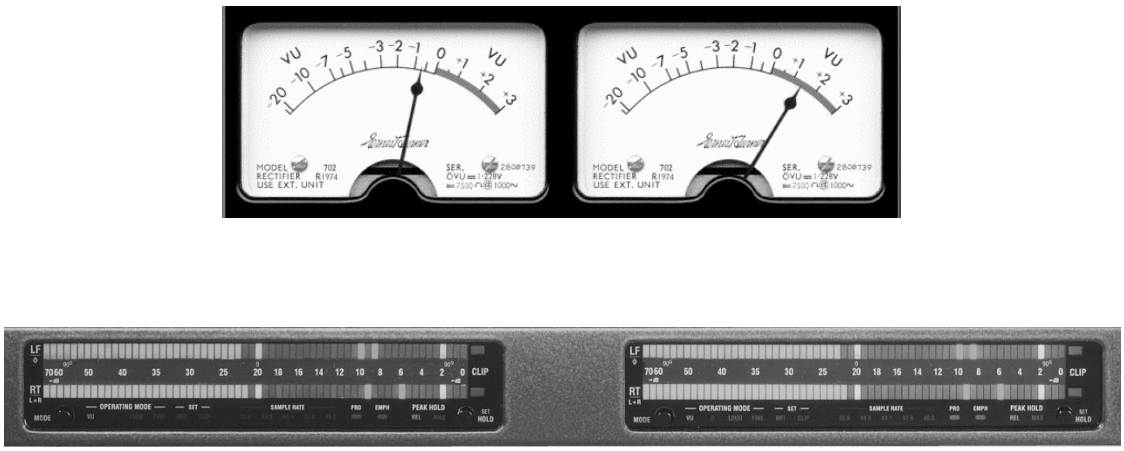


Fig.4. Unități de monitorizare grafică a nivelului sursei audio.

3.4. Controlul funcțiilor mixerului audio

În Figura 5 este prezentată o schiță generică pentru traseul de semnal al unei surse audio în canalul unui mixer audio, precum şi principalele operații efectuate asupra acesteia. Traseul de semnal prezentat se poate modifica în funcție de aplicația vizată.

Sursa audio este furnizată canalului la intrarea MIC (microfon sau unitate DIB), respectiv LINE (echipamente de înregistrare/redare a semnalelor audio, instrumente electronice).

Inițial, sursa audio este procesată prin intermediul unor unități interne mixerului audio (blocuri de amplificare/atenuare, filtrare, egalizare armonici), şi, dacă este necesar, prin intermediul unor echipamente audio externe (procesoare de semnal).

Într-o primă etapă, sursa audio este prelucrată prin intermediul unui bloc de preamplificare/atenuare şi a unui bloc de filtrare. Funcția de preamplificare este utilizată pentru a amplifica sursa audio furnizată la intrarea MIC (care are nivel redus) şi pentru a reduce efectul zgomotului prezent în sursa audio respectivă, prin creşterea raportului semnal-zgomot. Funcția de atenuare este utilizată pentru atenuarea nivelului sursei audio furnizată pe intrarea LINE, în scopul evitării distorsionării acesteia la nivelul mixerului audio. Blocul de filtrare funcționează ca un filtru trece sus, permițând trecerea prin el numai a armonicilor de frecvență mare din spectrul semnalului audio. Acest bloc este util pentru

eliminarea zgomotelor de natură acustică (zgomote de scenă), eliminarea zgomotelor ”hum” de joasă frecvență, sau pentru eliminarea armonicilor de joasă frecvență din voce.

Sursa audio astfel prelucrată este furnizată blocului de inserție, sau poate fi furnizată la o ieşire pentru monitorizarea audio a acesteia, în cazul în care se activează, prin intermediul unui comutator, funcția PFL (Pre Fade Listen), utilă pentru reglajul corect al nivelului sursei audio furnizată la intrarea mixerului audio.

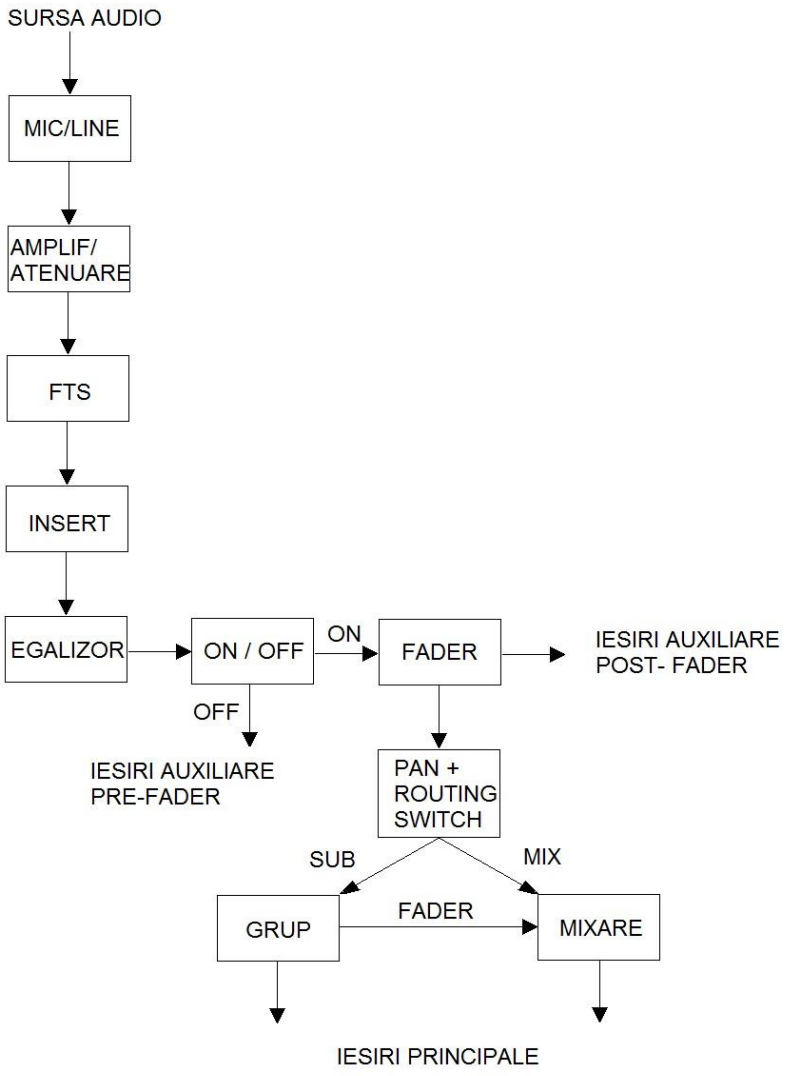


Fig.5. Traseul de semnal al unei surse audio în canalul mixerului audio.

La nivelul blocului de inserție, prin intermediul intrărilor INSERT POINT se pot introduce în canal procesoare de semnal. În acest caz,

sursa audio prelucrată (amplificată sau atenuată, respectiv filtrată) este furnizată procesorului de semnal, care procesează sursa respectivă (realizează funcții de compresie/limitare asupra acesteia). Rezultatul generat de către procesorul de semnal este reintrodus în canalul audio al mixerului, tot la nivelul blocului de inserție. În Figura 6 se prezintă modul în care se poate insera în canalul audio un echipament audio exterior.

În continuare, sursa audio este furnizată egalizorului parametric al canalului mixerului audio. La nivelul acestui bloc, armonicile sursei audio pot fi amplificate sau atenuate. Egalizorul conține un set de filtre de tensiune prin intermediul cărora se poate controla valoarea amplitudinii armonicilor sursei audio, în funcție de frecvența acestora şi de banda de frecvență a filtrelor respective. Astfel, un filtru trece jos controlează amplitudinea armonicilor de frecvență joasă, un filtru trece sus controlează amplitudinea armonicilor de frecvență înaltă, iar un set de filtre trece/opreşte bandă controlează amplitudinea armonicilor în domeniul frecvențelor medii, în diverse game de valori.

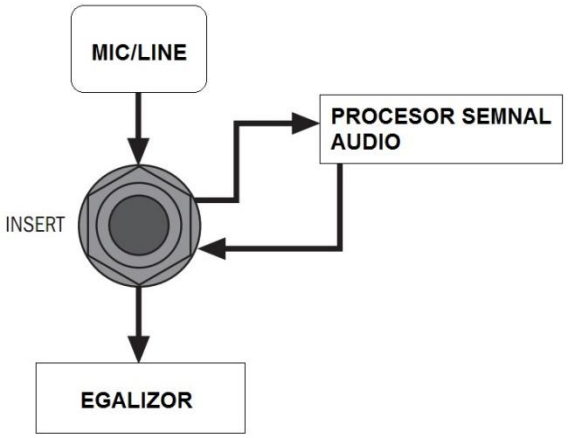


Fig.6. Inserarea unui procesor audio extern în canalul mixerului audio.

Lanțul de blocuri utilizate pentru prelucrarea sursei audio se termină la ieşirea blocului de egalizare. În continuare, sursa audio prelucrată poate fi introdusă în blocul de mixare sau nu, în funcție de starea comutatorului ON/OFF. În cazul în care acest comutator este pe poziția ON, canalul audio respectiv este deschis, iar sursa audio prelucrată este introdusă în blocul de mixare în care ulterior poate să fie mixată, sau grupată cu sursele audio ale altor canale şi în final furnizată la ieşiri. În cazul în care comutatorul este pe poziția OFF, canalul

respectiv este închis, iar sursa audio a canalului este izolată de restul lanțului de blocuri ale traseului de semnal, nemaiputând fi furnizată la ieşirile mixerului audio.

În cazul în care canalul este deschis, sursa audio prelucrată este furnizată în continuare atât unității de mixare a surselor audio, cât şi ieşirilor auxiliare pre-fader ale mixerului. Deoarece semnalele furnizate pe ieşirile auxiliare pre-fader nu sunt controlate de funcțiile unității de mixare, aceste ieşiri sunt utilizate în general când este necesară monitorizarea surselor audio generate pe scenă, sau pe platorul de filmare. Un exemplu tipic constă în monitorizarea audio, de către un muzician aflat pe o scenă, a interpretării sale, în timpul desfăşurării acesteia. Monitorizarea audio se realizează prin intermediul unui amplificator de putere (conectat la ieşirile mixerului audio) şi a unei boxe audio plasată pe scena respectivă.

Principalul instrument de control al procesului de mixare/grupare a surselor audio este reprezentat de către unui potențiometru, denumit FADER, care corespunde fiecărui canal. Nivelul sursei audio a canalului considerat, în unitatea de mixare, este controlat (amplificat sau atenuat) prin intermediul acestui potențiometru.

După reglarea nivelului sursei audio în unitatea de mixare, sursa audio este trimisă către secțiunea de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, respectiv către ieşirile auxiliare post-fader, destinate, în general, conectării procesoarelor de semnal, cum ar fi unități de întârziere, sau unități reverb (pentru generarea reverberațiilor acustice).

Primele elemente din lanțul de blocuri care controlează mixarea/gruparea surselor audio, care sunt acționate în pereche, sunt un potențiometru, denumit în mod generic PAN, respectiv comutatorul de rutare a surselor audio (ROUTING SWITCH), care are două poziții distincte: MIX, respectiv SUB.

Modul în care sunt distribuite sursele audio ale canalelor, precum şi rolul potențiometrului PAN, depind de poziția în care este acționat comutatorul de rutare a surselor audio.

Astfel, dacă acesta este acționat pe poziția MIX, mixerul audio realizează funcția de mixare a surselor audio. Sursele audio ale canalelor sunt trimise către blocul de mixare unde sunt mixate, iar rezultatul obținut este furnizat la ieşirile principale ale mixerului. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este trimis semnalul audio rezultat pe cele două canale stereo (L, respectiv R).

Dacă comutatorul de rutare al surselor audio este acționat pe poziția SUB, mixerul audio realizează funcția de grupare a surselor audio. Această funcție este utilă în cazul în care se intenționează gruparea unor surse audio de acelaşi tip (de exemplu sursele audio ale unui grup de microfoane care capturează semnalul generat de acelaşi instrument muzical), în scopul controlului nivelului acestora în blocul de mixare prin intermediul unui potențiometru FADER unic. În acest caz, potențiometrul PAN controlează modul în care este distribuită sursa audio de pe canalul respectiv (setează grupul din care aceasta face parte). În continuare, grupul de surse audio este trimis fie către blocul de mixare, fie direct la ieşirile principale ale mixerului audio.

3.5. Reglaje specifice

Reglajul nivelului sursei audio

Reglajul nivelului sursei audio se realizează atât la intrarea mixerului audio (a echipamentului), cât şi la intrarea în blocul de mixare al mixerului audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea mixerului este necesar pentru aducerea nivelului sursei audio generate de către echipamentul conectat la intrarea respectivă, într-un domeniu de valori corect, care elimină zgomotele electronice, sau evită distorsionarea sursei audio, astfel încât aceasta să atingă un optim din punct de vedere al calității. Acest reglaj se realizează parcurgând următorii paşi:

1. se activează funcția PFL: astfel, sursa audio devine disponibilă la ieşirea de monitorizare;
2. se reglează valoarea amplificării sau a atenuării blocului de amplificare/atenuare, prin acționarea unui comutator denumit în general SENS, sau GAIN, urmărindu-se indicațiile liniei de led-uri a canalului sursei audio reglate. În general, reglajul realizat este

considerat corect în cazul în care se aprinde grupul de led-uri galbene, dar, pentru evitarea erorilor, se recomandă consultarea documentației mixerului audio utilizat;
3. se dezactivează funcția PFL.
4. Acest reglaj este necesar să fie efectuat pentru toate canalele mixerului la care există o sursă audio.

Reglajul nivelului sursei audio la intrarea blocului de mixare se realizează prin intermediul potențiometrului FADER, care este de tip logaritmic. Din acest motiv, controlul optim al nivelului sursei audio, este realizat în domeniul de valori din vecinătatea valorii zero, unde controlul devine liniar. În cazul în care potențiometrul este acționat în vecinătatea poziției inferioare, unde reglajul este puternic neliniar, nivelul sursei audio poate varia mult chiar şi pentru curse scurte ale cursorului potențiometrului FADER.

Totodată, în reglajul nivelului sursei audio, este necesar să se țină cont de faptul că valoarea acestuia este controlată atât din potențiometrul GAIN (SENS) cât şi din potențiometrul FADER.

Reglajul tonalității sursei audio

Reglajul tonalității sursei audio este realizat prin intermediul egalizorului parametric, care are atât un rol de natură corectivă, cât şi un rol de natură creativă.

Astfel, în primul caz, egalizorul este utilizat pentru compensarea imperfecțiunilor acustice ale camerei (de exemplu, ale platoului de filmare sau ale unei săli de concert), pentru compensarea imperfecțiunilor generate de captarea sunetelor prin intermediul microfoanelor, sau pentru compensarea imperfecțiunilor de redare a surselor audio, generate de parametrii specifici echipamentelor de monitorizare audio (boxe audio).

Pe de altă parte, egalizorul poate fi utilizat în scop creativ, prin controlul amplitudinii armonicilor sursei audio, în scopul creşterii calității acesteia. De exemplu, vocea unui artist vocal, care performează într-un studio de înregistrare, poate fi ridicată calitativ prin amplificarea unor armonici ale vocii acestuia şi atenuarea altora.

Egalizorul este cu atât mai performant cu cât conține mai multe benzi de frecvență. Pentru domeniile extreme de frecvență şi anume domeniul frecvențelor joase, respectiv domeniul frecvențelor înalte, reglajul egalizorului se realizează prin intermediul unui potențiometru, care, în funcție de poziția cursorului său, amplifică, respectiv atenuează câştigul filtrului utilizat în banda de frecvență respectivă. În Figura 7 se prezintă modul în care se poate regla egalizorul în funcție de poziția cursorului potențiometrului, pentru domeniile de frecvență considerate. Graficul prezentat se numeşte caracteristică de frecvență şi indică modul în care variază gâştigul filtrului utilizat, în funcție de valoarea frecvenței semnalului aplicat la intrarea acestuia. Astfel, în cazul în care cursorul potențiometrului este plasat pe valori pozitive, armonicile din banda de frecvență considerată sunt amplificate, în cazul în care cursorul potențiometrului este plasat pe valori negative, armonicile din banda de frecvență considerată sunt atenuate, iar dacă cursorul potențiometrului este plasat pe valoarea zero, armonicile din banda de frecvență considerată trec nemodificate prin egalizor.

Pentru domeniile medii de frecvență, egalizorul dispune de două reglaje independente, realizat prin intermediul a două potențiometre. Prin intermediul unui potențiometru se poate regla mijlocul benzii de frecvență a filtrului într-un anumit domeniu de valori, iar prin intermediul celui de-al doilea potențiometru, se poate regla valoarea câştigului în banda de frecvență setată, într-o manieră similară cu cea prezentată pentru reglajul egalizorului în benzile de frecvență extreme. În Figura 8 se prezintă modul în care se poate regla egalizorul în domeniul frecvențelor medii.

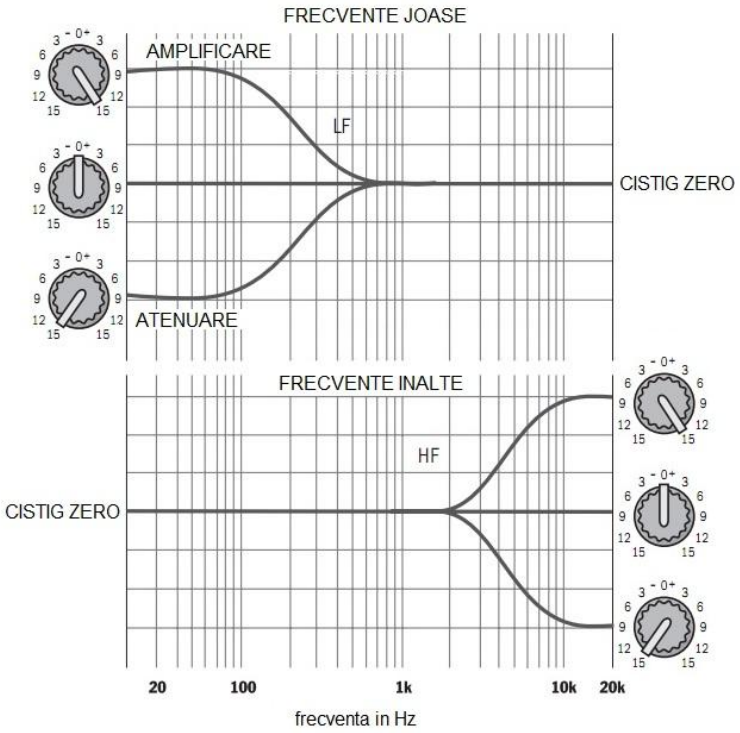


Fig.7. Reglajul egalizorului parametric în domeniile de frecvență extreme.

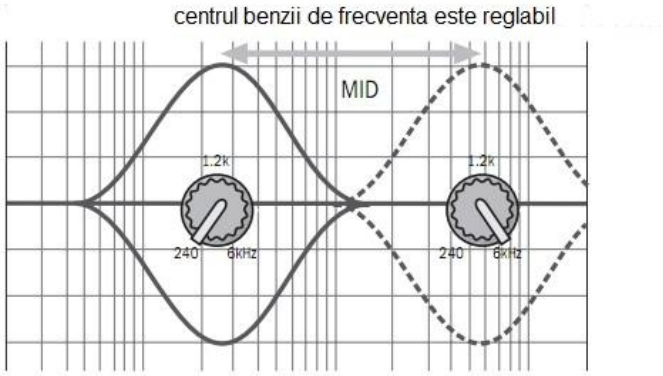


Fig.8. Reglajul egalizorului în domeniile medii de frecvență.

Introducerea unității de generare a efectelor audio speciale într-un canal audio

Unitățile de generare a efectelor audio speciale au drept scop crearea unei atmosfere aparte, prin mixarea unei surse audio cu diverse efecte audio speciale. Principalele efecte audio speciale sunt:

1. reverberații: datorate reflexiilor repetate ale undelor sonore în contact cu diverse obiecte,
2. întârzieri: o sursă audio este întârziată şi mixată cu ea însăşi, obținându-se în acest mod o sursă audio dublată,
3. ecoul: sursa audio se aude în ecou prin introducerea unei întârzieri,
4. pitch shifter: efect audio care permite modificarea înălțimii sunetului cu până la o octavă în oricare direcție; prin acest efect un singur instrument muzical poate fi făcut să sune ca mai multe instrumente,
5. efecte de cor şi flanging: efecte obținute prin întârzieri şi modulații ale intensității sunetului, care induc senzația multiplicării surselor audio.

Introducerea unei unități de generare a efectelor audio într-un canal al mixerului, presupune utilizarea unui canal mono, la care se aplică sursa audio originală şi a unui canal stereo, la care se furnizează rezultatul mixării sursei audio originale cu efectele audio speciale, unitatea de generare a efectelor audio speciale fiind inserată între aceste canale. Sursa audio care corespunde canalului mono poartă denumirea de sursă dry (sursă uscată), iar sursa audio care se aplică la intrarea canalului stereo, care conține mixate sursa dry şi efectele audio se numeşte sursă wet (sursă umedă), denumiri care sugerează diferența dintre cele două surse, determinată de prezența, în cel de-al doilea caz, a efectelor audio speciale. Realizarea unui astfel de lanț audio, care se mai numeşte buclă pentru efecte (effect loop), presupune parcurgerea următoarelor etape:

5.1. se conectează intrările unității de generare a efectelor la ieşirea auxiliară post fader (AUX-POST) a canalului mono,
5.2. se conectează ieşirile unității de generare a efectelor la intrările L, respectiv R, care corespund canalului stereo,
5.3. în continuare, în canalul mono se realizează următoarele reglaje:

- se activează funcția de monitorizare a sursei audio furnizate la ieşirea auxiliară post fader; funcția respectivă se activează prin intermediul unui comutator identificat sub denumirea AFL, corespunzător ieşirii auxiliare post fader, la care este conectată unitatea de generare a efectelor audio speciale.

- se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizate pe ieşirea auxiliară post fader, identificat prin denumirea AUX POST, la indicația 0 de pe scara metrică,
- în unitatea de generare a efectelor audio speciale, se reglează la 0 nivelul sursei audio la intrarea acesteia; după ultimile două reglaje, nivelul sursei audio se poate monitoriza pe linia de led-uri plasată în secțiunea reglajelor pentru ieşirile auxiliare, de pe panoul frontal al mixerului,
- se dezactivează funcția AFL,
- se activează funcția PFL a canalului stereo,
- se reglează la 0 valoarea câştigului blocului de amplificare/atenuare al canalului stereo, prin acționarea potențiometrului SENS, (sau GAIN) alocat acestui canal,
- se dezactivează funcția PFL a canalului stereo; după aceste reglaje, sursa audio inițială, aplicată pe canalul mono, este mixată cu efectele generate de unitatea de generare a efectelor audio speciale,

5.4. în final, în canalul stereo se reglează potențiometrul care controlează nivelul sursei audio furnizată pe ieşirea auxiliară post fader, identificat prin denumirea AUX POST, la valoarea minimă, pentru anularea reacției în lanțul audio astfel format.

Introducerea procesoarelor de semnal într-un canal audio

Procesoarele de semnal au drept scop modificarea parametrilor semnalului care constituie o sursă audio, a semnalelor care compun un grup de surse audio, sau a unui semnal audio obținut prin mixarea mai multor semnale. Principalele tipuri de procesoare de semnal sunt:

1. egalizoare grafice: echipamente audio compuse din filtre de tensiune care divizează spectrul audio în benzi de frecvență adiacente, care permit amplificarea, respectiv atenuarea armonicilor din spectrul surselor audio; controlul amplitudinii armonicilor se realizează prin intermediul unui comutator, alocat fiecărei benzi de frecvență;
2. egalizori parametrici: similari celor din mixerul audio, dar care permit un control mai amplu al parametrilor benzii de frecvență (lățimea benzii, valoarea mediană a benzii, etc.);

3. porți de semnal (gates): au rolul de a bloca trecerea unei surse audio atunci cînd un parametru al acesteia (de exemplu nivelul) scade sub o anumită valoare de prag, stabilită de utilizator;
4. expandoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri scad sub anumite valori de prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine scade sub valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul creşterii automate a câştigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor scade sub valoarea pragului setat;
5. compresoare/limitatoare de semnal: au rolul de a compensa sursele audio a căror parametri cresc peste un anumit prag, cum ar fi de exemplu semnalele a căror amplitudine creşte peste valoarea unui anumit prag; compensarea se realizează prin intermediul scăderii automate (compresie) a câştigului unui bloc de amplificare, atunci când nivelul surselor creşte peste valoarea pragului setat. În cazul în care compresia semnalului este mare, semnalul audio nu mai depăşeşte pragul maxim admis, caz în care procesorul de semnal se comportă ca un limitator.

Introducerea unui procesor de semnal într-un canal al mixerului audio se realizează prin parcurgerea următoarelor etape:

5.1. se conectează intrările procesorul de semnal la intrarea INSERT POINT a canalului mono,
5.2. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează o valoarea unitară pentru câştig, pentru a evita amplificarea sursei audio în procesorul respectiv,
5.3. la nivelul elementelor de control ale procesorului de semnal, se setează funcțiile de procesare ale sursei audio,
5.4. deoarece introducerea unui procesor de semnal într-un canal audio poate modifica nivelul sursei audio, dacă este necesar, acesta se reajustează prin intermediul FADER-ului canalului mono al mixerului.

3.6. Exemplu de mixer audio

În Figura 9 se prezintă mixerul audio Ghost produs de firma de echipamente audio Souncraft, care dispune de 24 de canale de intrare.

Structura unul canal audio mono este prezentată în Figura 10. În secțiunea superioară sunt porturile canalului: ieşirea directă, respectiv intrările. Secțiunea a doua conține elementele de control utilizate pentru procesarea sursei audio la nivelul canalului audio şi anume: potențiometrul SENS pentru ajustarea câştigului canalului, respectiv elementele de control ale egalizorului parametric identificate sub

denumirile HF, pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor înalte, MID pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor medii, respectiv LF pentru controlul caracteristicii de frecvență a egalizorului în domeniul frecvențelor joase. Următoarea secțiune conține elementele de control pentru setarea nivelului sursei audio furnizate ieşirilor auxiliare. Ultima secțiune conține elementele de control pentru setarea stării canalului – comutatorul ON, pentru activarea funcției PFL, comutatorul de rutare a sursei audio identificat prin denumirea MIX SUB şi potențiometrul PAN, precum şi potențiometrul FADER. Structura unui canal stereo este similară din punct de vedere a funcțiilor, dar porturile conțin intrări, respectiv ieşiri pentru cele două canale stereo, L, respectiv R.

Mixerul audio mai conține o secțiune denumită MASTER SECTION, cu facilități similare celor proprii canalelor audio ale mixerului, care furnizează în plus o ieşire pentru telefon şi pentru controlul furnizării tensiunii de alimentare pentru microfoanele cu condensator.



Fig.9. Mixerul audio Ghost (Soundcraft)

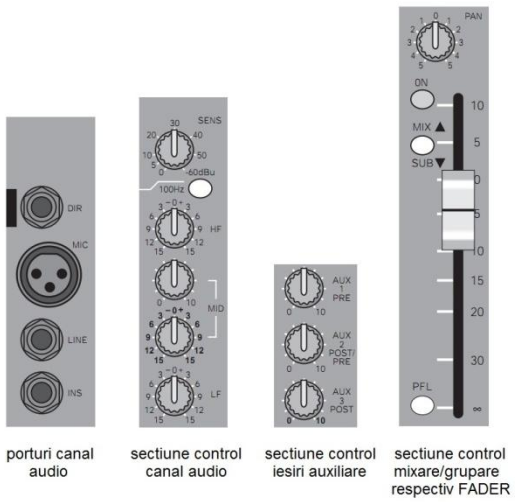


Fig.10. Porturile şi elementele de control ale canalelor mixerului audio Ghost (Soundcraft).

5. Echipamente utilizate

Masă de mixaj audio, amplificatoare de putere, boxe audio.

6. Rezultate aşteptate

Formarea abilităților necesare utilizării mixerului audio. Astfel, studentul trebuie dobândească cunoştințele necesare:

- Identificării funcțiilor şi modului de operare a sistemului de mixaj audio
- Realizării de efecte audio speciale.

7. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Realizarea unui modul de emisiune cu folosirea mesei de mixaj audio.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 18

LP-18. Mixajul video şi efectele vizuale

1. Tema lucrării

Mixajul video şi efectele video speciale

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea tehnicilor de mixajul video şi realizarea efectelor vizuale.

3. Descrierea lucrării de practică: „Mixajul video şi efectele video speciale”

3.1. Noțiuni introductive

Mixerul video (se mai numeşte switcher de producție) este utilizat în camera de producție a studioului de televiziune şi reprezintă principalul echipament din lanțul de semnal video al unui studio de televiziune. Un mixer video este caracterizat de setul de intrări şi de ieşiri de care dispune, precum şi de facilitățile pe care acesta le furnizează. În Figura 1 este prezentată schema de principiu a unui mixer video.

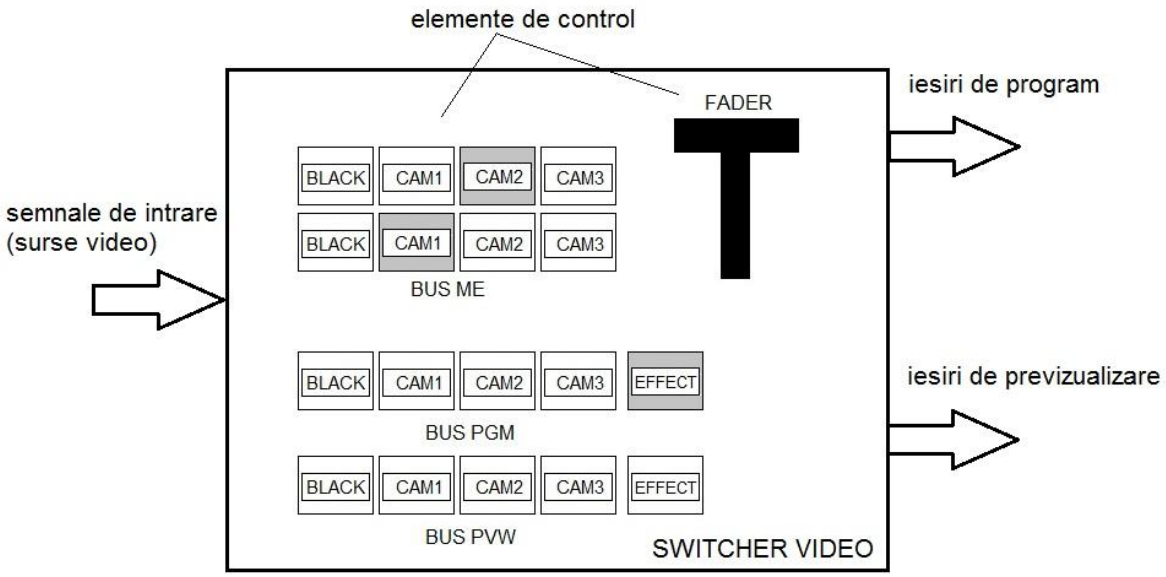


Fig.1. Mixerul video.

La intrările mixerului video se conectează diferite surse, care reprezintă fie semnale video, fie informații ce trebuie inserate în semnalul video, care provin de la diferite echipamente prezente în studioul de televiziune şi anume:

- camerele de televiziune din platoul de filmare,
- echipamente de înregistrare programelor de televiziune,
- servere pentru stocarea fişierelor video,
- echipamente pentru grafică,
- generatoare de caractere,
- alte surse de semnal video locale,
- echipamente de recepție.

Ieşirile mixerului video sunt furnizate echipamentelor din studioul de televiziune şi, în funcție de produsul furnizat, se pot clasifica în:

- ieşiri de program (ieşiri PGM): pe aceste ieşiri se furnizează programul de televiziune care urmează a fi transmis sau înregistrat; aceste ieşiri se conectează la monitoare video de program, pe care se pot viziona programele de televiziune furnizate pe ieşirile respective, la echipamente de înregistrare a programelor de televiziune (recordere video), unități DVE (Digital Video Effects) sau la echipamentele de transmisie a programelor de televiziune,
- ieşiri de previzionare (preview; ieşiri PVW): aceste ieşiri se conectează la monitoare video de previzionare pe care se pot vizualiza în avans cadrele următoare ale programului de televiziune, înainte ca acestea să fie furnizate la ieşirile de program,
- ieşiri pentru echipamentele de monitorizare a parametrilor semnalelor video (osciloscoape, vectorscoape, etc),

Rolul unui mixer video depinde de aplicația în care este utilizat, dintre care, cele mai uzuale sunt:

- rutarea unui semnal video prin selectarea unei surse video dintr-un set de mai multe surse şi furnizarea acesteia unui echipament conectat la o ieşire a mixerului,

- combinarea (mixarea) unor semnale video selectate din mai multe surse video, realizarea de efecte speciale pe baza acestora şi furnizarea rezultatului obținut unui echipament (sau mai multor echipamente) conectat la o ieşire a mixerului.

Operațiile care se pot efectua asupra surselor video selectate sunt controlate prin intermediul unor comutatoare situate pe panoul frontal al mixerului video, care au diverse funcții. O parte din comutatoarele de pe panoul frontal al mixerului video sunt grupate pe diverse linii de comutatoare, denumite bus-uri. Comutatoarele care compun aceste bus-uri permit selectarea sursei video conectate la intrarea mixerului video, în scopul furnizării acesteia echipamentului conectat la ieşirea mixerului video. Totodată, comutatoarele respective permit selectarea surselor video care sunt utilizate pentru obținerea efectelor video speciale.

În funcție de rolul acestora, bus-urile se împart în mai multe categorii şi anume:

- bus de program (se mai numeşte bus PGM), utilizat pentru selecția sursei video furnizate la ieşirea de program; sursa video furnizată pe ieşirea de program urmează întotdeauna să fie transmisă sau înregistrată,
- bus de previzionare (se mai numeşte bus PVW, sau bus PST – bus de preset), utilizat pentru selecția sursei video furnizate la ieşirea de previzionare; sursa video de pe ieşirea de previzionare nu este transmisă sau înregistrată, ci doar monitorizată,
- bus-uri de mixare a efectelor (se mai numesc bus-uri Mixx/Effect, sau bus-uri ME), utilizate pentru selecția surselor video care urmează să fie combinate (mixate), în scopul generării de efecte video speciale, sau pentru stabilirea tipului de efecte video speciale, care urmează a fi utilizate în producția programelor de televiziune, sau pentru inserarea caracterelor. Unele comutatoare din bus-ul ME permit accesul la unități DVE (Digital Video Effects), care realizează asupra imaginii sursei video selectate diferite funcții de procesare a imaginii.

De asemenea, mixerele video mai dispun de o manetă în formă de T, numit FADER BAR (FADER), care controlează tranziția fină a imaginilor între două surse video selectate în bus-ul ME, prin dizolvarea

imaginilor primei surse video şi apariția gradată a imaginilor celei de a doua surse.

3.2. Aplicații ale switcher-ului video

Principalele tipuri de aplicații, în care mixerul video este utilizat într-un studio de televiziune sunt:

- transmisia programelor de televiziune,
- producția şi editarea programelor de televiziune.

Modul în care este conectat mixerul video în aplicațiile specifice unui studio de televiziune este prezentat în Figura 2.

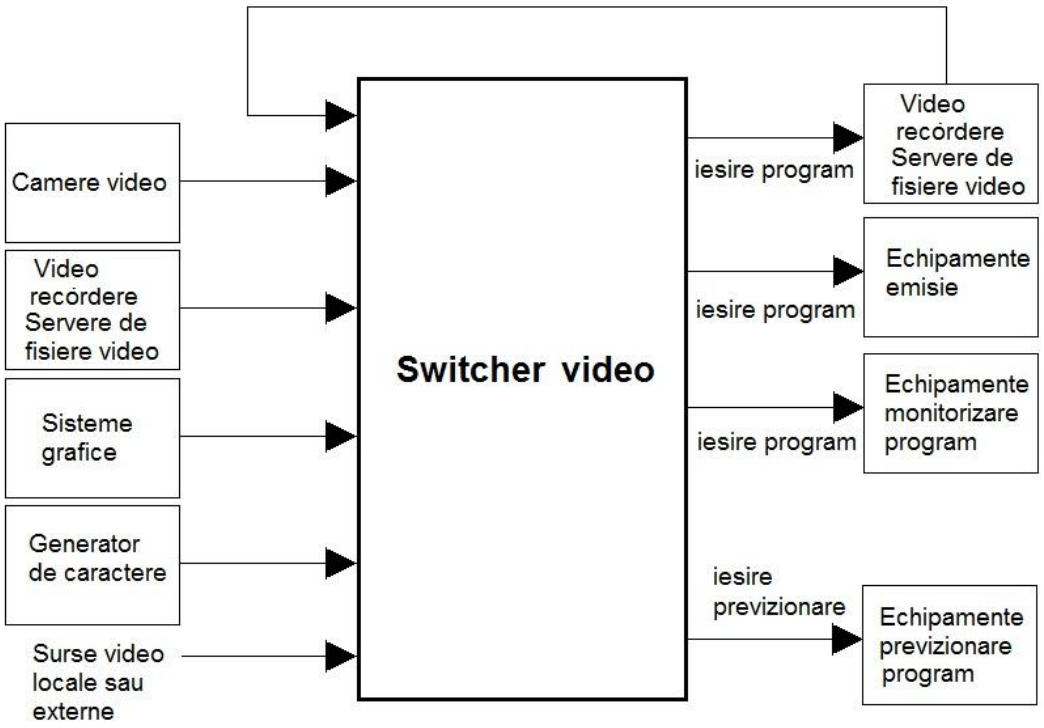


Fig.2. Utilizarea mixerului video în studioul de televiziune.

Utilizarea mixerului video în transmisia programelor de televiziune

În acest caz, rolul mixerului video este de a ruta sursele programelor de televiziune finisate direct către echipamentele de transmisie. Sursele conectate la intrările mixerului video provin fie de la camerele de televiziune din platoul de filmare şi echipamentele de grafică şi generare de caractere (în cazul transmisiei în direct a

programelor de televiziune), fie de la echipamentele de stocare a programelor de televiziune finisate (recordere video sau servere pentru fişierele video), fie de la echipamentele de recepție a semnalelor video. În cadrul acestei aplicații, sunetul şi imaginea programului de televiziune transmis sunt rutate şi modificate simultan.

Deoarece programul de televiziune care urmează a fi transmis reprezintă un produs finisat, în mod normal, în cadrul acestei aplicații, necesitatea utilizării efectelor video speciale este redusă. În cazul în care transmisia programului de televiziune este realizată în direct, la ieşirile mixerului se conectează echipamente de monitorizare a calității programului respectiv, cum ar fi monitoare video, respectiv echipamente pentru monitorizarea parametrilor semnalului video, cum ar fi osciloscoape sau vectorscoape.

Utilizarea mixerului video în producția programelor de televiziune

Producția unui program de televiziune se referă la operațiunile necesare creării unui produs de televiziune finisat (ştire, reclamă comericală, reportaj, spectacol, etc), care ulterior va fi vizionat de către audiență. Realizarea unui produs de televiziune finisat implică o serie de operații de prelucrare a surselor video utilizate în acest scop, care sunt realizate la nivelul mixerului video. În acest caz, rolul mixerului video este de a combina (mixa) diferite surse pentru realizarea unor efecte video speciale şi de a furniza produsul obținut echipamentelor de înregistrare/stocare a programelor de televiziune.

Sursele conectate la intrările mixerului video provin de la camerele de televiziune din platoul de filmare, de la echipamentele de grafică şi generare de caractere, de la echipamentele de stocare a programelor de televiziune (recordere video sau servere pentru fişierele video), sau de la echipamentele de recepție a semnalelor audio-video. Ieşirile mixerului video sunt conectate la echipamentele de înregistrare/stocare a programelor de televiziune şi la echipamentele de previzionare a calității programelor de televiziune, cum ar fi monitoarele video, precum şi la echipamentele de monitorizare a parametrilor semnalelor video: osciloscoape şi vectorscoape.

În cadrul acestei aplicații, sunetul şi imaginea programului de televiziune transmis pot fi modificate separat. Astfel, la nivelul mixerului

video se poate modifica doar imaginea programului de televiziune, sunetul acestuia fiind modificat la nivelul echipamentelor care formează lanțul de prelucrare al semnalului audio.

În faza de producție a programelor de televiziune, este necesar adeseori utilizarea efectelor video speciale. Din acest motiv, majoritatea mixerelor video pot realiza următoarele tipuri de efecte video:

- efecte de tranziție între două surse video,
- chei video.
- Cele mai uzuale efecte de tranziție între două surse video sunt:
- cut: modificarea instantanee a imaginilor unei surse video cu imaginile altei surse video,
- fade: apariția progresivă a imaginii programului de televiziune într-o imagine statică, monocromă (de exemplu de culoare neagră), efect prezentat în Figura 3, care poartă denumirea de efect fade-in, respectiv dispariția progresivă a imaginii programului de televiziune într-o imagine monocromă, prezentat în Figura 4, care poartă denumirea de efect fade-out,
- dissolve: efect similar celui de fade, în care imaginea statică este înlocuită cu imaginile care aparțin altei surse video, vezi Figura 5,
- wipes: imaginea unei surse video înlocuieşte imaginea unei a doua surse video, prin deplasarea aceteia pe diferite direcții, vezi Figura 6.

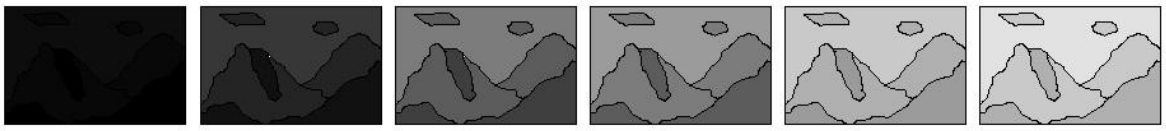


Fig.3. Efectul de tranziție fade-in.

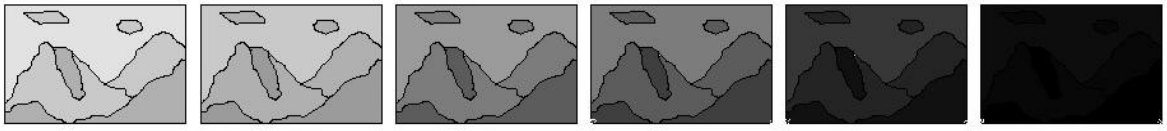


Fig.4. Efectul de tranziție fade-out.

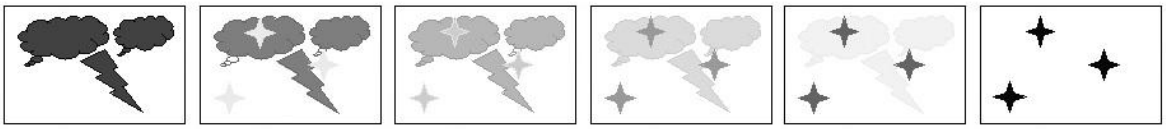


Fig.5. Efectul de tranziție dissolve.

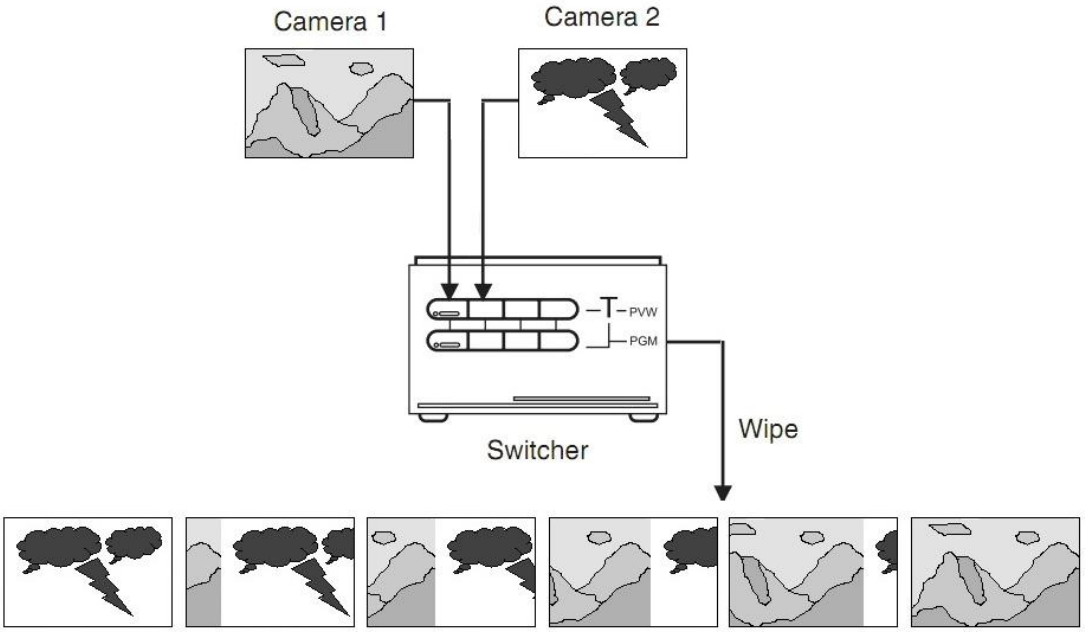


Fig.6. Efectul de tranziție wipes.

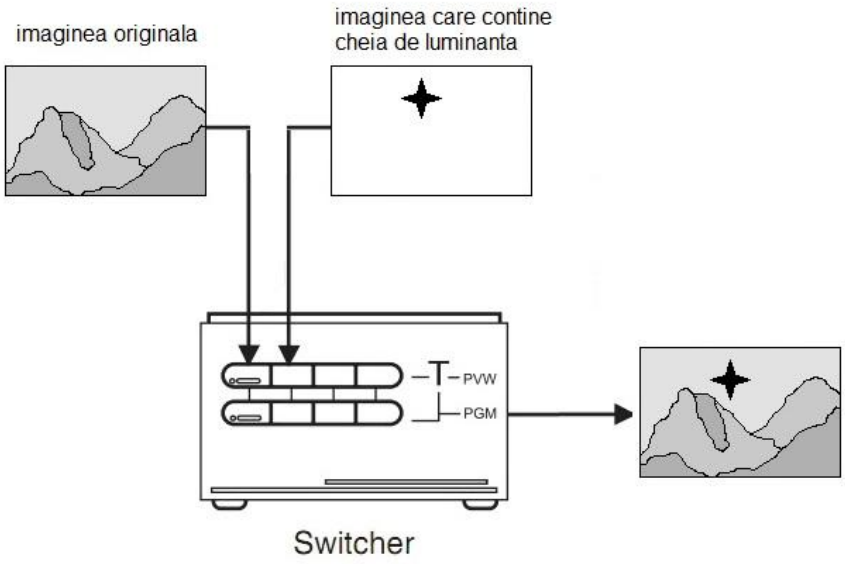


Fig.7. Utilizarea cheii de luminanță pentru obținerea de efecte video speciale.

Cheile video permit inserarea unor elemente ale unei imagini care aparține unei surse video, în anumite arii ale imaginii care aparține altei surse video, considerată imaginea originală, pe baza unor informații specifice tipului de cheie video utilizată. Dintre cheile video, cele mai uzuale sunt:

- chei de luminanță (luminance key),
- chei cromatice (chroma key),
- chei downstream (chei DSK).

Cheile de luminanță sunt definite pe baza informației generate de contrastul imaginii care generează cheia. Cheile de luminanță permit realizarea unor decupaje în imaginea sursei video care generează cheia video. MIxerul video utilizează ulterior decupajul respectiv şi decupează în imaginea originală, care provine de la altă sursă video, o arie de aceeaşi formă ca cea a decupajului utilizat. În continuare, mixerul umple regiunea decupată în imaginea originală fie cu conținutul decupajului imaginii sursei video care a generat cheia video, fie cu culori artificiale, generate la nivelul mixerului video, caz în care cheile de luminanță se numesc chei mate (matte key). Cheile de luminanță pot fi opace (neliniare) sau transparente (liniare), în funcție de efectul acestora asupra imaginii originale. Cheile opace nu permit vizualizarea conținutului imaginii originale în aria în care aceasta este decupată, iar cheile transparente permit vizualizarea conținutului imaginii originale în secțiunea în care aceasta este decupată. Cheile de luminanță sunt utilizate fie pentru inserarea unor imagini ale unei surse video în imaginile altei surse video, fie pentru pentru inserarea de caractere, titluri, etc, în imaginea originală.

În Figura 7 se prezintă modul în care se poate utiliza o cheie de luminanță neliniară (opacă), reprezentată de o stea, pentru inserarea acestuia pe fundalul care reprezintă un peisaj. Sursa video 2 generează cheia (o stea) pe baza informațiilor generate de contrastul imaginii, iar mixerul video decupează în imaginea originală provenită de la sursa video 1 o secțiune de forma stelei şi mixează cele două surse pentru obținerea imaginii programului.

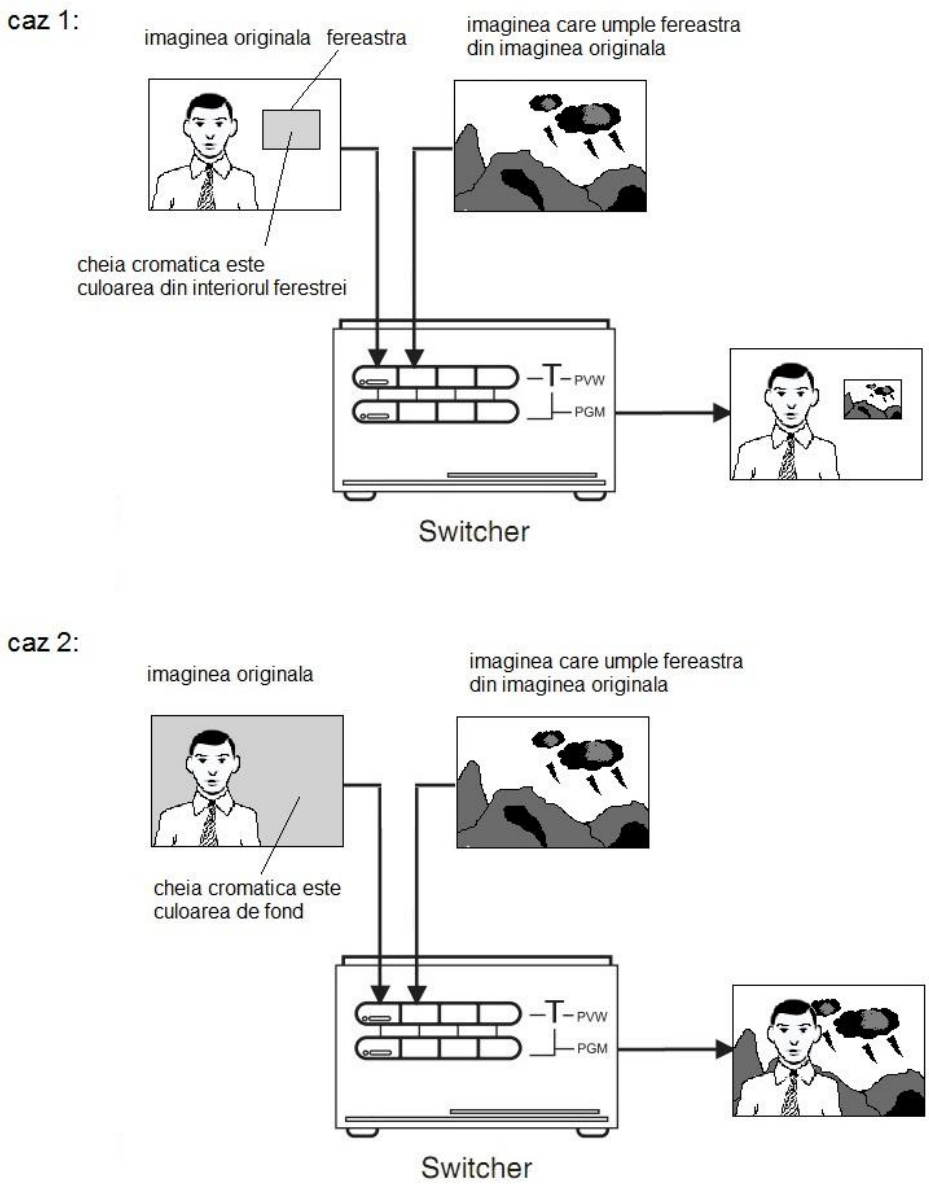


Fig.8. Utilizarea cheilor cromatice pentru obținerea efectelor speciale.

Pentru definirea cheilor cromatice se utilizează, ca sursă de informație, o paletă de culori (sau o culoare) din imaginea originală a unei surse video. O dată stabilită culoarea respectivă, mixerul video va înlocui toate ariile din imaginea originală, în care este detectată culoarea stabilită ca şi cheie, cu informații (imagini) care aparțin ale unei alte surse video. De obicei, culorile care sunt utilizate ca şi chei sunt albastrul şi verdele. Utilizarea cheilor cromatice contribuie, de exemplu, la îmbunătățirea calității ştirilor prezentate de către un prezentator, permițând rularea unor imagini dinamice, care au rolul de a exemplifica conținutul ştirilor prezentate, pe fundalul (sau în oricare altă arie) studioului în care prezentatorul de ştiri îşi desfăşoară activitatea.

Un astfel, de exemplu este prezentat în Figura 8, cazul 1, în care, în imaginea originală este stabilită o fereastră a cărei culoare (albastru sau verde) este aleasă ca fiind cheia de culoare. Sursa video 2 furnizează imaginile care vor umple fereastra stabilită în imaginea originală. Mixerul video preia cele două surse video şi generează o imagine în care crainicul prezintă ştiri în timp ce în fereastra stabilită în imaginea inițială rulează imaginile care aparțin celei de a doua surse video. Această fereastră poate fi extinsă la întreg fundalul, aşa cum se prezintă în cazul 2 sugerat în Figura 8. În ambele cazuri este necesar ca nicio componentă din îmbrăcămintea prezentatorului de ştiri să nu fie de culoarea cheii cromatice alese.

Cheile DSK permit adunarea unei chei sursei video furnizate la ieşirea mixerului video. Aceste chei sunt utilizate în general pentru inserarea de caractere în diverse arii ale imaginii sursei video.

3.3. Funcțiile elementare ale switcher-ului video

În continuare se prezintă câteva dintre operațiile uzuale în care este utilizat mixerul video. Exemplele prezentate descriu principiile de bază după care se realizează operațiile respective. În practică însă, pentru realizarea operațiilor descrise trebuie consultat manualul mixerului video utilizat.

Comutarea brută a surselor video

În acest caz, pe ieşirea de program, respectiv pe ieşirea de previzionare, se furnizează în mod direct imaginile sursei video selectate prin apăsarea unui comutator din bus-ul de program, respectiv din bus-ul de previzionare.

Pentru exemplul considerat în Figura 9 comutatorul apăsat în bus-ul de program PGM este CAM2 şi din acest motiv sursa video selectată provine de la camera 2 şi în consecință, pe monitorul de program se vizualizează sursa video furnizată de camera 2. În mod similar se pot selecta sursele video pentru ieşirea de previzionare. Pentru exemplul considerat, comutatorul apăsat în bus-ul de previzionare PVW este CAM1, iar sursa video selectată provine de la camera 1 şi în consecință, pe monitorul de previzionare se vizualizează sursa video care provine de la camera 1. Selectarea şi în consecință vizualizarea unor surse video

diferite, se realizează prin simpla selectare a comutatoarelor CAM din bus-urile indicate. Selectarea comutatoarelor BLACK determină afişarea unui fond negru pe monitoarele video.

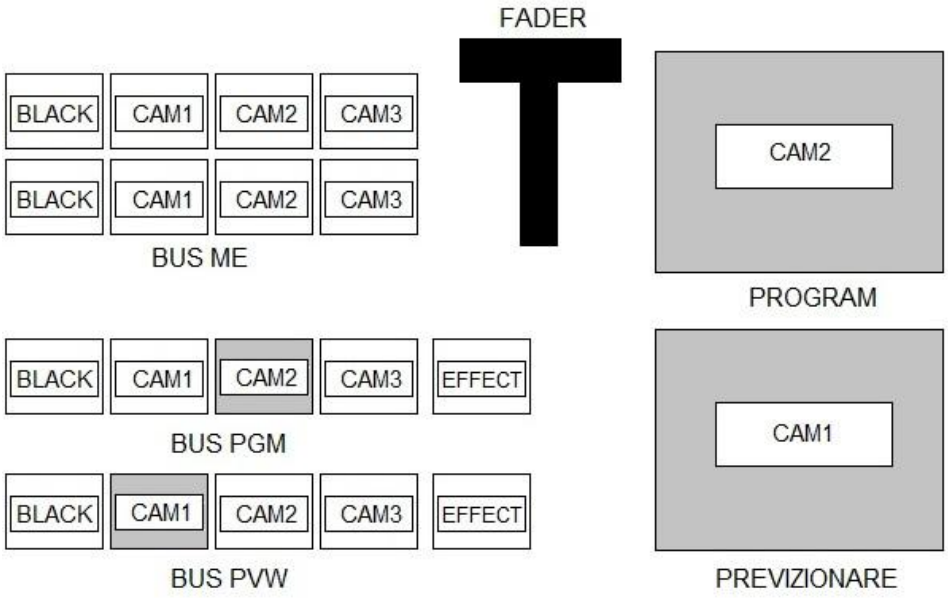


Fig.9. Comutarea surselor video din mixerul video.

Tranziția fină între imaginile a două surse video

Pentru tranziția fină între două surse video se selectează comutatorul EFFECT, din bus-ul de program, respectiv din bus-ul de previzionare, în funcție de ieşirea utilizată pentru furnizarea rezultatului. În acest mod, bus-ul de program cedează controlul asupra sursei video care urmează a fi furnizată pe ieşirea dorită, bus-ului ME de mixare a efectelor. În continuare, se selectează la nivelul bus-ului ME, compus din două linii identice de comutatoare, cele două surse video între care urmează a fi efectuată tranziția.

Tranziția propriu-zisă este controlată de către utilizator prin intermediul manetei FADER. În cazul în care maneta FADER este poziționată pe poziția superioară, pe ieşirea mixerului este trimisă sursa video selectată în linia superioară a bus-ului ME. Prin manevrarea manetei FADER de pe poziția superioară spre poziția inferioară, se asigură tranziția de la imaginile sursei video selectată pe linia superioară, spre imaginile sursei video selectată pe linia inferioară a bus-ului ME, pe

durata tranziției respective, pe ieşirea mixerului fiind furnizate ambele surse video selectate (pe monitorul video fiind observate ambele surse video suprapuse, gradul de suprapunere fiind corelat cu poziția manetei FADER), până în momentul în care maneta FADER este poziționată pe poziția inferioară, caz în care pe ieşirea mixerului se furnizează sursa video selectată pe linia inferioară a bus-ului ME.

În exemplul considerat în Figura 10, prin manevrarea manetei FADER de la poziția superioară către cea inferioară, se realizează tranziția imaginilor sursei video furnizate de către camera 2 (butonul CAM2 al liniei superioare a bus-ului ME selectat), către imaginile sursei video furnizate de către camera 1 (butonul CAM 1 al liniei inferioare a bus-ului ME selectat). Rezultatul este furnizat pe ieşirea de program a mixerului video.

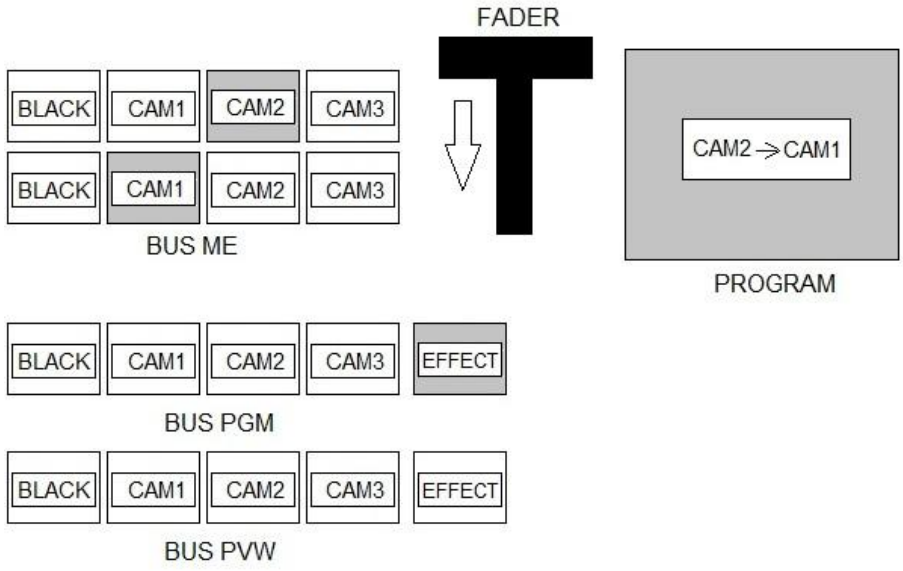


Fig.10. Tranziția fină între sursele video.

Majoritatea mixerelor video dispun de mai multe bus-uri de mixare a efectelor, care pot fi combinate pentru mixarea imaginilor mai multor surse video.

Mixerele video moderne dispun de un comutator denumit în mod uzual AUTO, care anulează efectul manevrării manetei FADER şi asigură tranziția automată, într-un interval de timp stabilit de către utilizator, între imaginile a două surse video selectate în bus-ul ME. De asemenea, mixerele video moderne dispun de un comutator denumit în

mod uzual CUT, care asigură comutarea instantanee, fără nicio tranziție, între două surse video selectate.

3.4. Exemplu de mixer video – Kahuna 1ME (Snell Wilcox)

În Figura 11 este prezentat mixerul video Kahuna 1ME produs de firma Snell Wilcox. Mixerul respectiv poate opera cu surse video în format SD (Standard Definition), respectiv cu surse video în format HD (High Definition). Mixerul video dispune şi de un ecran LCD touchscreen, care furnizează utilizatorului o interfață grafică, pentru accesarea rapidă a funcțiilor mixerului.



Fig.11. Switcherul video Kahuna 1ME (Smell Wilcox).

Mixerul video prezentat dispune de chei de luminanță, de crominanță, chei mate multiple, un set de modele predefinite pentru tranziții de tipe wipe, chei care pot fi definite de utilizator, respectiv chei pentru marginile imaginilor. Totodată, mixerul video permite dimensionarea efectelor DVE, tranziția independentă, în funcție de cheia utilizată, între imaginile unor surse video diferite, dispune de un mecanism de corecție al culorilor în format RGB, respectiv YUV şi de un sistem pentru gestiunea avansată a memoriei interne.

Panoul frontal al echipamentului, care se mai numeşte şi suprafață de control, este divizat, în funcție de rolul comutatoarelor, în diverse arii.

Astfel, comutatoarele surselor video sunt grupate pe două bus-uri ME distincte (identificate cu 1), câte unul pentru ieşirea de program, respectiv pentru ieşirea de previzionare (rolul bus-urilor PGM, respectiv PVW este preluat integral de bus-ul ME). Fiecare bus ME dispune de câte patru chei video (2), care pot fi selectate cu ajutorul comutatoarelor grupate în aria de mixare dinamică a efectelor (3). Bus-ul ME are dedicată o arie denumită KEY CONTROL (4), care conține o secțiune compusă din led-uri, pentru indicarea prioritații cheilor setate de către utilizator, precum şi o secțiune de comutatoare care permite accesarea rapidă, intuitivă a operațiilor care implică utilizarea cheilor. Modul în care sunt utilizate sursele video precum şi activarea/dezactivarea cheilor sunt controlate din aria ME ENABLES (5). Alocarea comutatoarelor din bus-urile ME este controlată în secțiunea PANEL CONTROL (6). Tranziția între imaginile unor surse video diferite este controlată cu ajutorul manetei FADER şi a comutatoarelor grupate în aria TRANSITION CONTROL (7). Switcher-ul permite controlul cheilor frame (framekey), utilizate ca şi chei mobile, prin intermediul manetei FADER şi a comutatoarelor grupate în secțiunea TIMELINE CONTROL (8). Panoul frontal al switcher-ului video mai dispune de o arie de comutatoare care pot fi alocate unor funcții definite de către utilizator, denumită UNSE FUNCTION (9), o tastatură care permite accesul la diverse funcții de gestiune a memoriei, necesare pentru efectele DVE, precum şi accesul la diverse pattern-uri predefinite pentru efecte video speciale şi un joystick, care permite controlul parametrilor şi poziționarea efectelor DVE (10).

3.5 Panouri de mixaj şi efecte generate prin intermediul unui software

Panoul de mixaj NewTec TriCaster Studio™, prezentat în Figura 12, este foarte avansat față de primele panouri de mixaj bazate pe software apărute acum 20 de ani.

Sistemul ilustrat mai sus necesită o interfață de dimensiunea unei cutii de pantofi şi o ieşire care pot fi afişate pe un laptop sau calculator de birou şi controlate printr-o tastatură şi un mouse. Sistemele bazate pe

software pot fi upgradate uşor şi rapid cu o variantă superioară imediat ce aceasta este disponibilă – un avantaj care nu este la fel de la îndemână în cazul echipamentelor clasice. Marea majoritate a sistemelor bazate pe software merg mult mai departe decât comutatoarele clasice şi pot crea o gamă largă de efecte vizuale.



Fig.12. Panoul de mixaj NewTec TriCaster Studio™.

3.6. Ecrane cu ferestre multiple

Până recent, fiecare sursă video dintr-o cameră de control de televiziune era redată pe un monitor separat. Aceasta însemna că o cameră de control putea conține câteva duzine de monitoare, ocupând astfel un spațiu considerabil. În plus, în cazul monitoarelor cu tuburi catodice, datorită consumului de putere electrică mare specific acestor echipamente, se genera în camera de control o cantitate mare de căldură care determina un disconfort sporit al membrilor echipei din studioul de televiziune.

Prin introducerea monitoarelor cu ecran plat în anii 90, o parte din aceste probleme s-au remediat. Aşa cum se poate vedea în Figura 13,

panourile de mixaj utilizate în prezent pot reda mai multe surse video pe un singur monitor cu ferestre multiple. Deşi poate exista un monitor mare cu ecran plat în zona frontală a unei camere de control, membrii echipei, precum cei din regia tehnica şi de la sunet, pot avea amplasate direct în fața lor monitoare mult mai mici.

În funcție de necesitățile specifice de producție, se pot programa configurații personalizate (configurații de redare) diferite pe ecranul cu ferestre multiple sau pe panoul de mixaj prin intermediul programelor macro (coduri generate pe calculator) şi inițializate atunci când este nevoie de ele. Casetele pentru sursele video pot fi de asemenea re-aranjate pe monitor prin deplasarea lor în diferite poziții folosind mouse-ul. Sursele video corespunzătoare pot fi selectate folosind un panou de mixaj standard, cu mouse-ul sau în cazul ecranelor tactile individuale, prin simpla atingere a surse dorite.



Fig.13. Monitor cu ferestre multiple.

4. Echipamente utilizate

Masă de mixaj video.

5. Rezultate aşteptate

Formarea abilităților necesare mixării video şi realizării de efecte vizuale speciale. Astfel, la finalul lucrării de practică, studentul trebuie să cunoască:

- identificarea funcțiilor şi a modului de operare al sistemului de mixaj video,
- cunoaşterea sistemului de mixaj video hardware şi software
- realizarea de efecte vizuale de bază
- realizarea de suprapuneri
- realizarea de efecte de luminozitate şi contrast
- folosire monitoarelor cu ferestre multiple

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Realizarea unui modul de emisiune cu folosirea mesei de mixaj.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 19

LP-19. Formate de eşantionare folosite în televiziunea digitală

1. Tema lucrării

Formate de eşantionare folosite în televiziunea digitală

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor legate de modul de eşantionarea şi digitizarea imaginii de televiziune.

3. Descrierea lucrării de practică

3.1. Formate de eşantionare folosite în televiziunea digitală; generalităţi

Pentru transmiterea informaţiei de televiziune se foloseşte un semnal radio purtător care este modulat de informaţia video (audio). În timp ce semnalul purtător este analogic, informaţia video poate fi analogica sau digitală, de unde şi cele două tipuri de televiziune :

- televiziune analogică
- televiziune digitală (DT)

În cazul televiziunii analogice semnalul video compozit, cu toate cele trei componente ale sale – video, stingere şi sincronizare – este transmis în formatul său original, analogic. În televiziunea digitală (DTV), informaţia video şi audio este mai întâi convertită într-un format digital compus dintr-o serie de simboluri binare (biţi) de unu şi zero. Ulterior aceste simboluri binare vor modula o purtătoare analogică şi apoi vor fi transmise, fie prin antenă şi unde radio fie prin cablu optic sau alt tip de cablu. La recepţie, după detecţie, informaţia video şi audio este convertită din format digital din nou în format analogic , eventual prelucrată, şi apoi este vizualizată de către utilizator. Indiferent de modul de vizualizare – tub cinescop color, display cu plasmă, display cu cristale lichide – semnalul de comandă pentru acestea este în ultimă instanţă analogic.

Transmiterea unui aşa mare volum de informaţie necesită o bandă de frecvenţe destul de mare, care pentru televiziunea analogică ocupă 5

sau 6 MHz. În cazul televiziunii digitale, în principiu, ar fi necesară o bandă de frecvențe de peste 10 ori mai mare. Din acest motiv informația video digitală suferă diverse operațiuni de compresie care reduc spectaculos banda de frecvență necesară, astfel încât aceasta ajunge să fie chiar mai mică decât în cazul televiziunii analogice. Tehnicile de compresie se realizează prin prelucrări soft ale semnalului digital, prelucrări inaccesibile unui semnal analogic. Alte avantaje aduse televiziunea digitală ar fi:

- foarte bună calitate a imaginii
- putere de transmisie mai mică – reduce interferența între canalele adiacente
- un raport semnal- zgomot mai bun
- creşte numărul de programe transmise (aşa cum s-a menționat mai sus)
- fără dublarea imaginii

Televiziunea digitală presupune existența a trei paşi:

- eşantionarea şi digitizarea semnalului video
- compresia semnalului digital (MPEG 2)
- codarea de canal – specifică tipului de canal (satelit, cablu, terestru)

Eşantionarea şi digitizarea unei imagini reprezintă un proces prin care semnalele audio şi video analogice sunt transformate într-o succesiune de biți. În acest scop se foloseşte un convertor analog digital (ADC). Pentru reducerea benzii de frecvență, informația audio şi video după ce a fost digitizată este supusă unor tehnici de compresie. Acestea sunt realizate de către codorul MPEG, care produce un flux de pachete elementare (aşa numitele Packetised Elementary Stream - PES).

Următoarele prelucrări sunt specifice tipului de canal care urmează a fi utilizat în transmiterea semnalului – satelit, cablu sau transmisie terestră.

Vom descrie mai amănunțit situația transmisiunilor prin satelit. Pachetele elementare obținute după prelucrările precedente (PES) sunt grupate în pachete de 188 bytes. Pachetele corespunzând la un număr de programe de televiziune diferite (uzual în jur de 10 programe), sunt aplicate unui multiplexor care produce aşa numitul flux de transport (Transport Stream – TS).

În orice transmisie digitală există metode de protecție a informației contra perturbațiilor. În transmiterea semnalului digital TV prin satelit sunt folosite tehnicile de codare Reed Solomon. Prin această tehnică, la fiecare 188 de bytes sunt adăugați suplimentar 16 bytes de control. Această tehnică poate corecta până la 8 erori într-un pachet de 188 bytes.

Pentru a se asigura o securitate sporită, fluxul de informații obținut după codarea Reed Solomon suferă o nouă operațiune de codare, denumită Forward Error Correction-FEC. Aceasta a doua operațiune de codare implementează de fapt un cod convoluțional, care poate avea rata de transmisie 7/8 sau 5/6 sau 2/3 sau chiar 1/2, în funcție de nivelul de protecție dorit. Uzual, se foloseşte un nivel 3/4.

Fluxul de date binare este folosit în final pentru a modula QFSK (Quadrature Frequency Shift Keyig) o purtătoare situată în domeniul 10,70-12,75MHz (aşa numita ku – band).

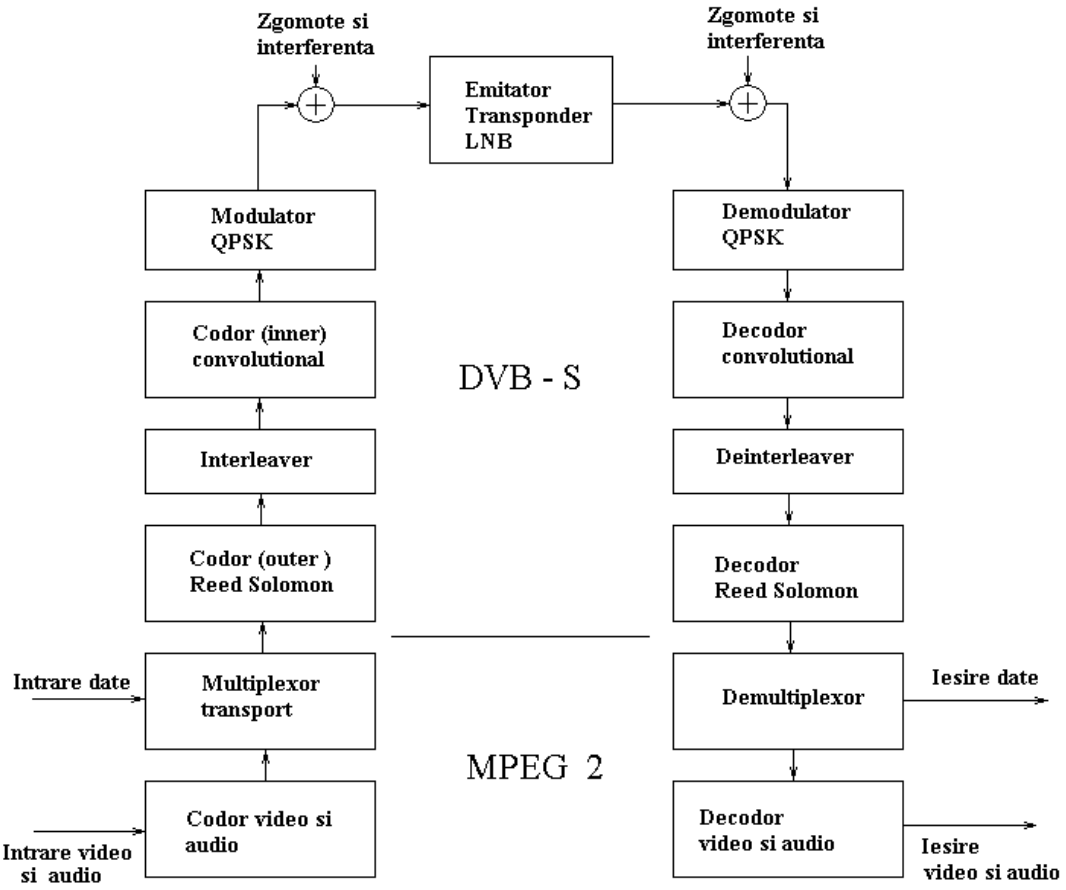


Fig.1. Un model pentru transmisiunea de televiziune digitală prin satelit

3.2. Eşantionarea şi digitizarea imaginii de televiziune

Primele metode de digitizare au avut în vedere eşantionarea semnalului video compozit color PAL sau NTSC. Banda de frecvențe a unui semnal compozit fiind 5 sau 6 MHz (depinde de standard), frecvența de eşantionare trebuie să aibă o valoare cel puțin dublă, adică 12 MHz. Primele variante de digitizare recomandau eşantionarea la o frecvență de 4 ori mai mare decât frecvența semnalului subpurtător de culoare. În felul acesta, pentru sistemul NTSC, s-a stabilit o frecvență de eşantionare de 14,31818 MHz, în timp ce sistemul PAL a recomandat frecvența de eşantionare de 17,73447 MHz. Rezoluția recomandată inițial era de 8 biți pe eşantion, dar ulterior, pentru echipamente mai performante, s-a adoptat rezoluția de 10 biți.

Apoi s-au luat în considerație mai multe variante de eşantionare şi s-a constatat că eşantionarea se poate aplica:

- la semnalul compozit
- la semnalele RGB
- la semnalele Y, R-Y şi B-Y

Eşantionarea pentru semnalul video compozit clasic (amintită mai sus) cu frecvența de 4 ori mai mare decât frecvența subpurtătoarei de culoare a fost aplicată mai ales în cazul primelor variante, atunci când s-a urmărit transmiterea întregului semnal compozit PAL sau NTSC.

Varianta de eşantionare a semnalelor primare de culoare R, G şi B a fost în general puțin utilizată.

Tabel 1. Eşantionare la 13,5 MHz

Parametru	**Standard 525/60**	**Standard 625/50**
Semnale codate	$E_Y=0,299E_R+0,587E_G+0,11E_B$ $E_{CB}=0,564(E_B-E_Y)$ $E_{CR}=0,713(E_R-E_Y)$	$E_Y=0,299E_R+0,587E_G+0,11E_B$ $E_{CB}=0,564(E_B-E_Y)$ $E_{CR}=0,713(E_R-E_Y)$
Număr de eşantioane pe total linie	Y: 858 C_B: 429 C_R: 429	Y: 864 C_B: 432 C_R: 432
Număr de eşantioane	Y : 720	Y : 720

pe linie activă	C_B : 360 C_R : 360	C_B : 360 C_R : 360
Structura de eşantionare	Ortogonală Linie după linie, semicadru după semicadru Eşantioanele C_R şi C_B coincid cu eşantioanele impare ale semnalului Y pe fiecare linie	Ortogonală Linie după linie, semicadru după semicadru Eşantioanele C_R şi C_B coincid cu eşantioanele impare ale semnalului Y pe fiecare linie
Frecvența de eşantionare	Y : 13,5 MHz C_B : 6,75 MHz C_R : 6,75 MHz	Y : 13,5 MHz C_B : 6,75 MHz C_R : 6,75 MHz
Rezoluție	PCM uniformă, cu 8 sau 10 biți/eşantion	PCM uniformă, cu 8 sau 10 biți/eşantion

Mult mai eficientă s-a dovedit a fi eşantionarea şi transmiterea semnalelor componente Y, R-Y, B-Y. Avantajul esențial este adus de faptul că semnalul de luminanță este transmis cu **maximum de bandă**, în timp ce semnalele diferență de culoare (care poartă numai informația de culoare) sunt transmise cu **bandă redusă**, ochiul fiind mult mai puțin sensibil la detaliile de nuanță. Variantele propuse au urmărit să aducă o unificare pentru cele două sisteme de scanare a imaginii care s-au impus în televiziune (525 linii/60Hz şi 625 linii/50Hz) recomandând o unică frecvență de eşantionare de 13,5 MHz . În concordanță cu cele spuse mai sus, semnalul de luminanță se eşantionează la 13,5 MHz, în timp ce semnalele diferență de culoare sunt eşantionate la jumătate, adică 6,75 MHz (se spune că sunt subeşantionate).

O eşantionare pornindu-se de la frecvența unică de 13,5 MHz după regulile propuse mai sus, conduce la rezultate care pentru cele două sisteme de scanare a imaginii, sunt prezentate în tabelul 1.

Se observă că numărul de eşantione pe durata activă a unei linii de explorare a imaginii este acelaşi pentru ambele sisteme (lucru de aşteptat de altfel pentru că durata cursei directe T_{dH} pentru ambele sisteme este aceeaşi, de 52 μs).

Mai mult chiar, **într-o televiziune digitală nu interesează transmiterea semnalului de stingere şi a impulsului de sincronizare linii şi semicadre**, acestea urmând a fi reconstruite în receptor numai atunci când este cazul : la receptoarele CRT (la receptoarele LCD şi plasmă, existența impulsurilor de stingere şi de sincronizare nu mai prezintă importanță). Cu alte cuvinte interesează numai cele 720 eşantioane Y şi 360 C_R şi 360 C_B de pe porțiunile active ale liniilor de explorare.

Pornind de la frecvența de eşantionare de 13,5 MHz s-au impus trei structuri de eşantionare.

Structura de eşantionare 4:2:2

Corespunde întru-totul descrierii făcute mai sus : semnalul de luminanță este eşantionat cu 13,5 MHz iar cele două semnale diferență de culoare (semnalele de crominanță) sunt eşantionate cu frecvența 6,75 MHz. Rezultă un număr de eşantioane proporționale cu numerele 4, 2 şi respectiv 2. Plasarea eşantioanelor este ilustrată în fig. 2. Este cea mai folosită structură de eşantionare.

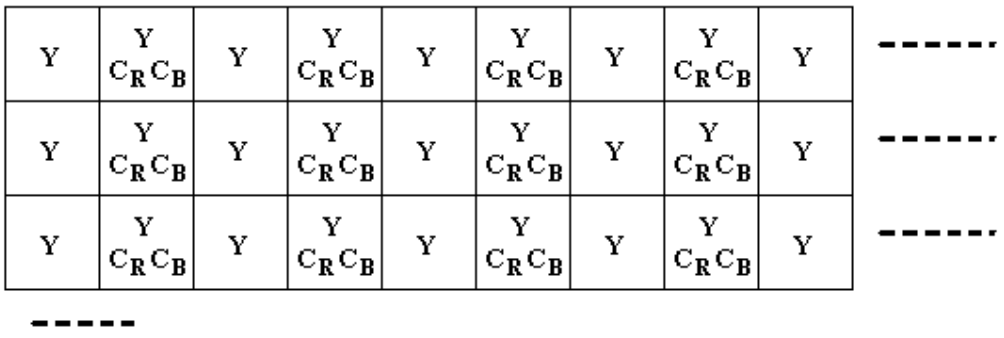


Fig. 2. Structura de eşantionare 4:2:2

Structura de eşantionare 4:1:1

În scopul obținerii unei reduceri suplimentare a benzii de frecvență pentru întregul semnal video rezultant, semnalele de crominanță sunt eşantionate mai rar, la 3,375 MHz. A fost folosită în aplicațiile digitale ceva mai vechi. Prezintă neajunsul că o astfel de structură introduce o prea mare diferență între rezoluția de crominanță pe verticală şi cea de pe orizontală. Plasarea eşantioanelor este ilustrată în fig. 3.

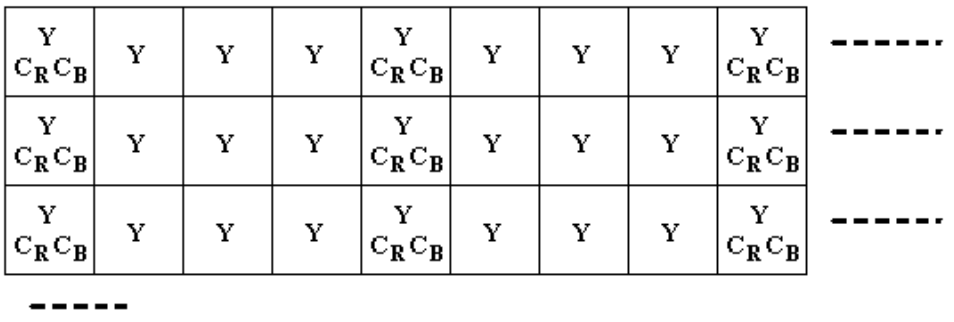


Fig. 3. Structura de eşantionare 4:1:1

Structura de eşantionare 4:2:0

În această structură semnalele de crominanță sunt subeşantionate atât pe orizontală cât şi pe verticală cu aceeaşi densitate, pe jumătate față de cea utilizată în cazul semnalului de luminanță. Rezultatul este formarea unor coloane şi linii alternante care conțin numai eşantioanele Y, ca în fig. 4. O astfel de eşantionare se pretează foarte bine a fi utilizată numai la o explorare progresivă simplă. În cazul explorării întrețesute, eşantioanele de crominanță (care se vede din fig. 4 că sunt plasate pe liniile 1, 3, 5, etc.) ar rezulta ca aparținând numai unui singur semicadru. Dacă totuşi se adoptă o astfel de eşantionare şi pentru situația unei explorări întrețesute, atunci se adoptă o formulă de interpolare, într-o primă instanță semnalul fiind eşantionat ca în cazul structurii 4:2:2 şi apoi făcându-se media între semnalele de crominanță ce aparțin la două semicadre consecutive.

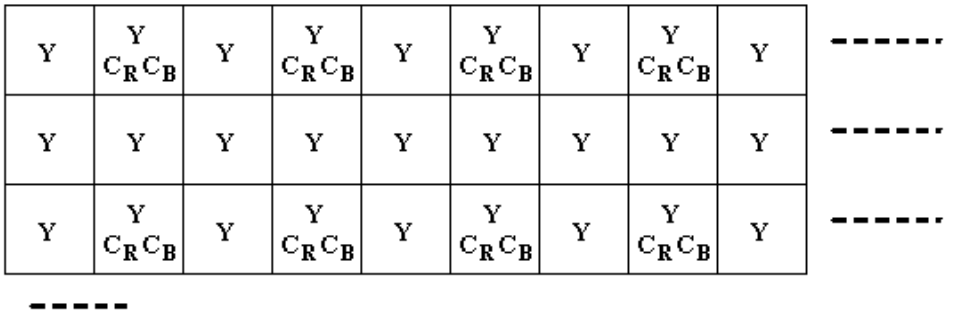


Fig. 4. Structura de eşantionare 4:2:0

3.3. Debitul de informație

Vom considera mai întâi structura de eşantionare 4:2:2 şi standardul de explorare utilizat în Europa, adică 625 linii/50 Hz.

Dacă se ține cont numai de frecvența de eşantionare, care este 13,5 MHz, se poate calcula :

- pentru semnalul Y 13,5 MS/s (13 500 000 eşantioane pe secundă)

- pentru semnalul C_R 6,75 MS/s

- pentru semnalul C_B 6,75 MS/s

Rezultă un debit de 27 MS/s (27 000 000 eşantioane pe secundă). Considerând o cuantizare uniformă de 10 biți pentru fiecare eşantion, va rezulta un debit de 270 Mb/s.

Dacă se transmit numai eşantioanele din părțile active ale imaginii, fără a ține cont de cursele de întoarcere pe orizontală şi pe verticală, atunci, ştiind că o imagine are o rezoluție de 720x576 pixeli şi frecvența de refresh de 25 Hz, rezultă :

- pentru semnalul Y 720x576x25 = 10 368 000 eşantioane pe secundă

- pentru semnalul C_R 360x576x25 = 5 184 000 eşantioane pe secundă

- pentru semnalul C_B 360x576x25 = 5 184 000 eşantioane pe secundă

Rezultă un total de 20 736 000 eşantioane pe secundă, adică pentru o **cuantizare de 10 biți** va rezulta un debit de 207,360 Mb/s.

Pentru standardul 4:1:1 se poate calcula :

- pornind de la frecvență 13,5 + 3,375 +3,375 = 20,25 MS/s adică 202,5 Mb/s

- pornind de la rezoluția (720 + 180 + 180)x576x25 = 15,552 MS/s adică 155,520 Mb/s

Pentru standardul 4:2:0 rezultă exact aceleaşi debit ca şi în cazul 4:1:1.

4. Echipamente utilizate

Cameră TV, monitor TV şi video-recorder în variante digitale

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să asimileze următoarele cunoştințe:

- Să cunoască la modul general prelucrările de semnal folosite într-un sistem de televiziune digital.
- Să cunoască diversele variante de eşantionare a imaginii TV color.
- Să estimeze debitul de informație digitală pentru diverse rezoluții ale televiziunii color.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor observa echipamentele TV existente în studio şi se vor identifica acele aparate care folosesc semnale digitale. Se urmăreşte compatibilitatea dintre diveresele echipamente în ceea ce priveşte utilizarea acestor semnale.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 20

LP-20. Transmiterea în RF a semnalului SVC

1. Tema lucrării

Transmiterea în RF a semnalului semnalului video complex

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal asimilarea cunoştinţelor practice legate de transmiterea semnalului de televiziune.

3. Descrierea lucrării de practică: „Transmiterea în RF a semnalului SVC"

Semnalul de televiziune poate fi transmis în banda de bază (video frecvență –VF), cu o lățime de bandă mai mare sau mai mică, în funcție de natura sistemului TV. În aceste condiții transmisiunea se face pe cable coaxiale de diverse tipuri sau pe linii bifilare. Distanța de transmisiune ca şi numărul de canale folosite sunt limitate. O astfel de transmisiune este proprie, de regulă, pentru televiziunea în circuit închis.

Transmisiunea se poate face şi în radio frecvență - RF, de exemplu pentru transmiterea programelor TV prin antenă sau cablu. Pentru aceasta, semnalul compozit de televiziune va modula o purtătoare situată în benzile alocate televiziunii, care se întind de la cca. 50MHz pînă la 1000MHz (cu unele discontinuități, zone în care sunt dispuse alte tipuri de comunicații, de exemplu, telefonia mobilă şi altele).

În cele ce urmează vom face o suucintă trecere în revistă a principaleleor tipuri de modulație utilizate în sistemele de televiziune.

3.1. Modulația în amplitudine, MA.

Fie semnalul modulator $u(t) = U_0 \sin \Omega t$ şi semnalul purtător $a(t) = (A_0 + u)\cos \omega_p t$, cu $A_0 > U_0$ şi $\omega_p >> \Omega$. Prin modularea în amplitudine a semnalului *a(t)* cu semnalul modulator se obține semnalul:

$$a_m(t) = A_0(1 + m \sin \Omega t)\cos \Omega_p t \qquad (1)$$

unde $m \underset{not}{=} \frac{U_0}{A_0}$ este gradul de modulație şi $m \in [0,1]$ deoarece $A_0 > U_0$.

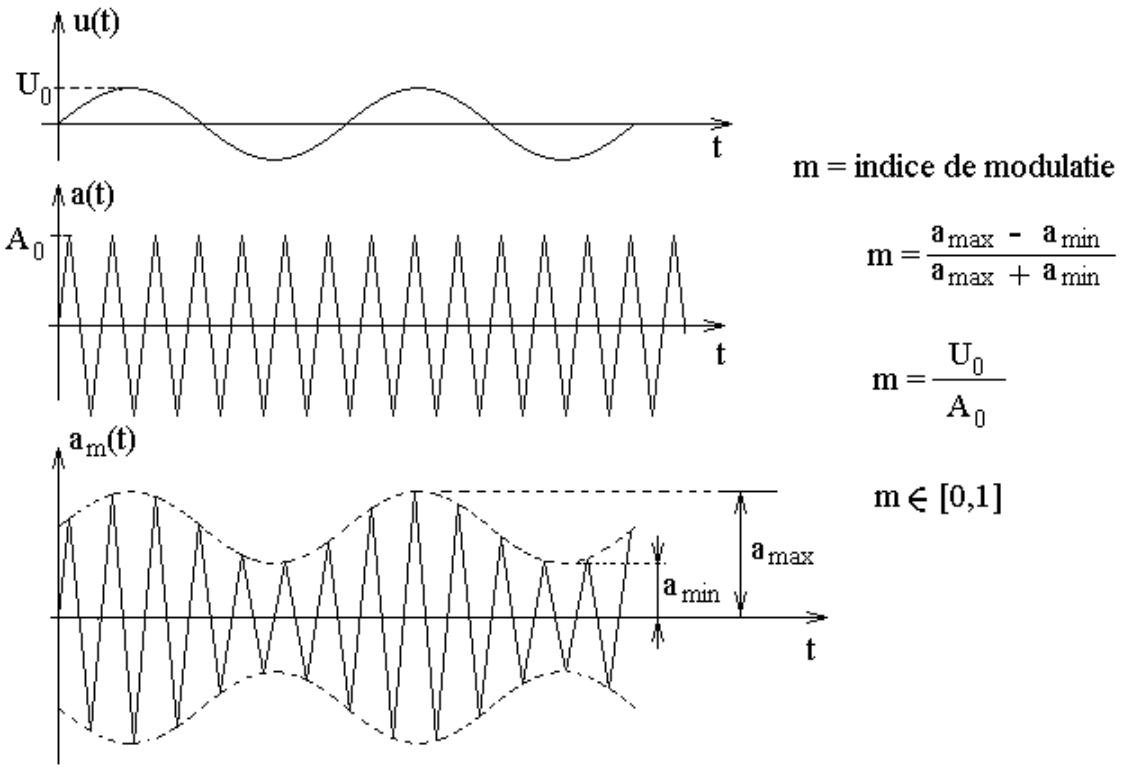


Fig. 1. Modulația în amplitudine

Se observă că: $m = \frac{a_{max} - a_{min}}{a_{max} + a_{min}}$ şi deoarece $a_{max}=A_0 + U_0$, $a_{min}=A_0-U_0$, rezultă

$$m = \frac{A_0 + U_0 - (A_0 - U_0)}{A_0 + U_0 + A_0 - U_0} = \frac{U_0}{A_0}.$$

În urma efectuării produsului în (1), se obține: $a_m(t) = A_0 \cos \omega_p t + mA_0 \sin \Omega t \cos \omega_p t$ sau:

$$a_m(t) = A_0 \cos \omega_p t + \frac{1}{2} mA_0 \sin(\omega_p + \Omega)t - \frac{1}{2} mA_0 \sin(\omega_p - \Omega)t \qquad (2)$$

Conform relației (2), urmare a procesului de modulație MA, rezultă trei semnale sinusoidale de pulsație ω_p, $\omega_p + \Omega$ şi, respective, $\omega_p - \Omega$ (vezi fig.2). Se observă că f_p este frecvența purtătoare iar frecvențele $f_p + F$ şi $f_p - F$ reprezintă semnalele laterale. Totalitatea acestor trei semnale poartă

denumirea de spectrul de frecvențe al semnalului modulat MA. Informația transmisă - modulatoarea u(t) - **apare numai în conținutul celor două semnale laterale** (semnalul de frecvență f_p din relația (2) nu poartă nici o informație din semnalul util u(t)).

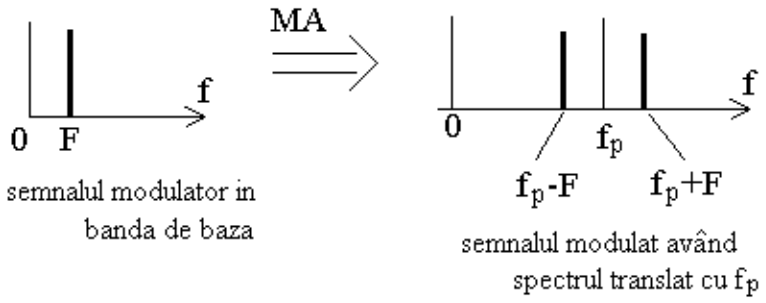


Fig. 2. Modulația MA aplicată unui semnal sinusoidal

Operațiunea de extragere a semnalului util u(t) din semnalul modulat poartă numele de **detecție;** în cazul modulației MA detecția se realizează printr-o redresare monoalternanță urmată de filtrare trece jos (ansamblul celor doua operațiuni poartă numele de **detecție de anvelopă**).

Observație: nu este esențial ca modulatoarea să fie o funcție sinus şi purtătoarea o funcție cosinus (aşa cum am considerat noi, numai din considerente de comoditate de scriere a relațiilor); oricum ar fi luate aceste semnale, pentru semnalul modulat MA va rezulta spectrul cu frecvențele f_p, f_p+F şi f_p-F şi cele trei semnale din (2) cu diverse faze.

În realitate, semnalul modulator u(t) nu are o singură frecvență. Să presupunem că u(t) este semnalul modulator de **bandă limitată** şi are un spectru cuprins între frecvențele F_1 (frecvența minimă) şi F_2 (frecvența maximă). În spectrul semnalului modulat MA apar purtătoarea f_p şi două benzi laterale, una superioară şi alta inferioară, ca în figura 3.

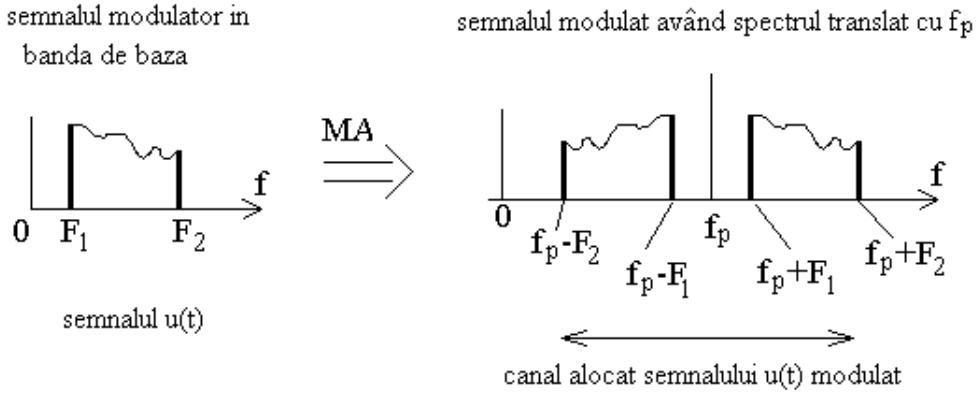


Fig. 3. Modulația MA pentru un semnal de bandă limitată

Din punct de vedere energetic, purtătoarea f_p are valoarea cea mai mare (amplitudinea maximă), dar nu conține informație.

În telecomunicații, banda totală ocupată de spectrul semnalului modulat MA poartă denumirea de **canal**. Lărgimea acestuia, notată Δf este:

$$\Delta f = f_p + F_2 - (f_2 - F_2) = 2F_2,$$

unde F_2 este frecvența maximă din spectrul semnalului modulator.

Observație: în cazul SVC A-N, F_1 =50Hz şi F_2 = 6MHz. Canalul ocupat de semnal ar fi de 12MHz, adică destul de mare. Cele două benzi laterale sunt situate la distanța de 50Hz față de f_p, adică extrem de aproape dacă ținem cont că f_p este de ordinul zeci (sute) de MHz .

Modulația în amplitudine cu purtătoarea suprimată MA-PS

Deoarece semnalul de frecvență f_p nu conține informație utilă, acesta nu se transmite, obținându-se semnalul modulat în amplitudine cu purtătoarea suprimată, MA-PS. Se îmbunătățeşte în acest fel randamentul energetic al instalației de emisie.

În cazul MA-PS, la detecție se reface purtătoarea care, apoi, este sumată cu semnalul recepționat şi abia apoi se poate face o detecție de anvelopă specifică semnalelor MA. Refacerea purtătoarei cu frecvența şi faza strict identică cu cea recepționată este o problemă deosebită. Nu este necesar ca faza să fie strict identică cu cea de la emisie, dar frecvența, da (totuşi, dacă faza semnalului refăcut este deviată cu 90^o

față de cel de la emisie, atunci detecția devine imposibilă). Întreaga operațiune de refacere a purtătoarei, urmată de o detecție clasică se va numi **detecție sincronă**.

În scopul efectuării detecției sincrone se folosesc oscilatoare cu cuarț sau mai des oscilatoare care sunt reacordate periodic cu semnalul purtător de la emisie.

Modulația în amplitudine cu bandă laterală unică, MA-BLU

În cazul în care se transmite o singură bandă laterală (cea superioară sau numai cea inferioară), evident aceasta conține informația utilă şi, utilizând şi în acest caz un proces de **detecție sincronă,** se poate reface semnalul util.

3.2. Modulația în amplitudine cu două semnale de modulație

Fie două informații independente una de alta, *M(t)* şi *N(t)* şi două semnale purtătoare **în cuadratură**: $a_1(t) = A_1 \cos \omega t$ şi $a_2(t) = A_2 \sin \omega t$. Pentru simplitate, în cele ce urmează vom considera $A_1 = A_2 = 1$.

Presupunem că *M(t)* modulează MA purtătoarea $a_1(t)$ şi aplicând relația (2) avem:

$$a_M(t) = (1 + M(t))\cos \omega t = \cos \omega t + M(t)\cos \omega t .$$

Similar, *N(t)* modulează pe $a_2(t)$, deci:

$$a_N(t) = (1 + N(t))\sin \omega t = \sin \omega t + M(t)\sin \omega t .$$

Considerăm pentru fiecare caz în parte transmisia MA-PS şi în plus vom suma cele două semnale modulate. După însumare rezultă un semnal de forma:

$$a(t) = M(t)\cos \omega t + N(t)\sin \omega t \qquad (3)$$

Semnalul astfel obținut poartă numele de **modulație în amplitudine, în cuadratură, cu purtătoarea suprimată. S**e notează MAQ sau QAM (din limba engleză).

Schema bloc care permite obținerea semnalului MAQ, implementează relația (3) şi este prezentată în figura 4.

În calculele care urmează vom prelucra relația (3). De asemenea semnalele *M(t)* şi *N(t)* se vor nota simplu *M* şi *N*.

$$s(t) = M\cos\omega t + N\sin\omega t = N(\frac{M}{N}\cos\omega t + \sin\omega t) = N(tg\phi\cos\omega t + \sin\omega t) = \frac{N}{\cos\phi}(\sin\phi\cos\omega t + \sin\omega t\cos\phi) = \frac{N}{\cos\phi}\sin(\omega t + \phi) \quad (4)$$

unde s-a folosit notația: $\frac{M}{N} \underset{not}{=} tg\phi = \frac{\sin\phi}{\cos\phi}$ (pentru simplitate s-a notat $\phi \underset{not}{=} \phi(t)$).

Dar,

$$\frac{M^2}{N^2} = \frac{\sin^2\phi}{\cos^2\phi} \Rightarrow \frac{M^2+N^2}{N^2} = \frac{\sin^2\phi+\cos^2\phi}{\cos^2\phi} = \frac{1}{\cos^2\phi} \Rightarrow \sqrt{M^2+N^2} = \frac{N}{\cos\phi}$$

de unde, înlocuind în (4) se obține :

$$s(t) = \sqrt{M^2+N^2}\sin(\omega t + \phi) \text{ şi } \phi = arctg\frac{M}{N} \quad (5)$$

Ultima relație reprezintă o alta formă pentru relația (3) şi pune în evidența faptul că modulația în cuadratură cu purtătoarea suprimată, MAQ-PS, este o **modulație în acelaşi timp de amplitudine şi fază**. Este evident că *M(t)* şi *N(t)* sunt semnalele utile şi sunt de regulă de bandă limitată. După modulare semnalul rezultat are spectrul de frecvențe translat, similar ca la orice modulație MA, figura 3.

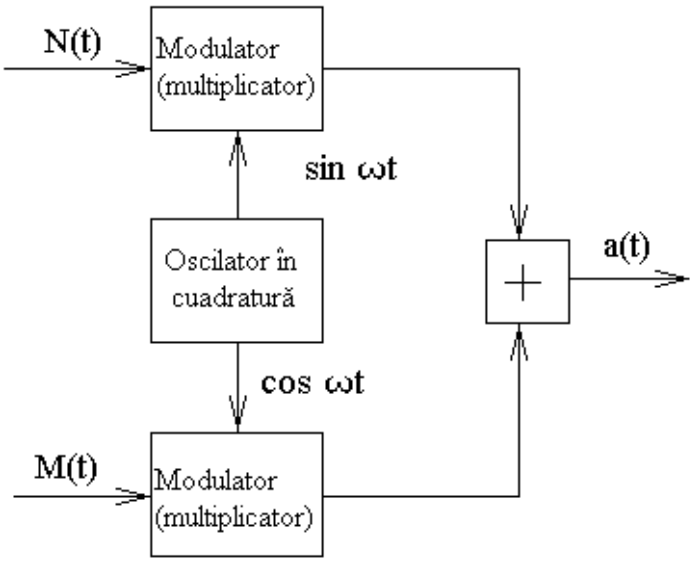


Fig. 4. Modulația în amplitudine în cuadratură

În cazul MAQ, detecția necesită refacerea purtătoarei **cu frecvența şi faz**a **identică cu cea de la emisie** (în cazul mAQ şi faza poartă informație. Cu alte cuvinte se aplică o detecție sincronă.

Calculele care stau la baza detecției sincrone decurg după cum urmează. La recepție **se refac** semnalele $\cos\omega t$ şi $\sin\omega t$ de către un oscilator local care primeşte şi informație de sincronizare cu purtătoarea de la emisie.

Se efectuează produsul dintre *a(t)* recepționat şi semnalul $\cos\omega t$ refăcut (*a(t)* dat de (3)):

$$a(t)\cos\omega t = (M\cos\omega t + N\sin\omega t)\cos\omega t = M\cos^2\omega t + N\sin\omega t\cos\omega t = \\ = \frac{M}{2} + \frac{M}{2}\cos 2\omega t + \frac{N}{2}\sin 2\omega t \qquad (6)$$

unde s-au folosit relațiile: $\cos^2\alpha = \frac{1}{2}(1+\cos 2\alpha)$; $\sin^2\alpha = \frac{1}{2}(1-\cos 2\alpha)$.

Semnalul obținut la ieşirea multiplicatorului este aplicat unui filtru trece jos şi sunt filtrate semnalele $\cos 2\omega t$ şi $\sin 2\omega t$ la ieşire obținându-se **doar componenta** $\frac{M}{2}$ (vezi ramura de jos din fig. 5).

În mod similar (ramura de sus din fig. 5.), dacă înmulțim semnalul recepționat *a(t)* cu $\sin\omega t$, după filtrare se va obține $\frac{N}{2}$.

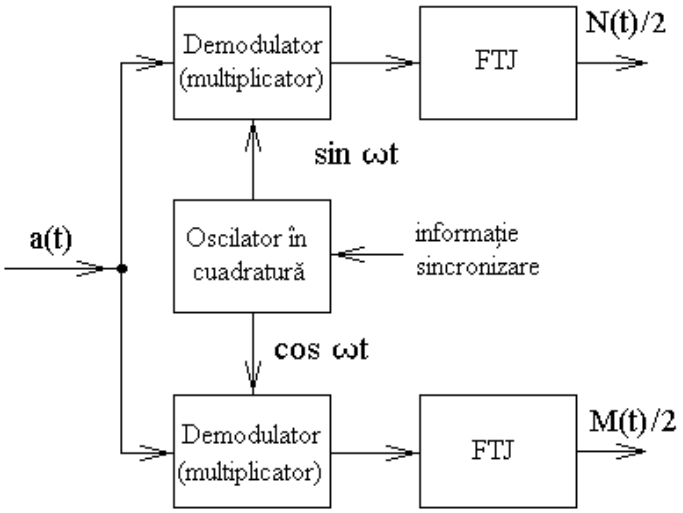


Fig. 5. Detecția sincronă aplicată în cazul MAQ

3.3. Modulația în frecvență, MF

Modulația în frecvență constă în modificarea frecvenței purtătoarei în jurul unei valori medii iar amplitudinea rămâne constantă. Un avantaj esențial al modulației MF comparativ cu MA este o protecție superioară la zgomote atmosferice şi paraziți de altă natură, care afectează amplitudinea undei. Deoarece amplitudinea undei MF nu este purtătoare de informație, în receptoare are loc un proces de limitare în amplitudine pe lanțul de amplificare de FI, proces prin care se suprimă zgomotul.

Fie purtătoarea de forma $a = A_0 \sin\omega_p t$. A modula în frecvență acest semnal înseamnă a face să varieze frecvența sa f_p în ritmul amplitudinii semnalului de modulație, $u = U_m \sin\Omega t$, cu $\Omega = 2\pi F$. Cu alte cuvinte, frecvența instantanee f_i variază în jurul valorii f_p atingând valorile extreme $f_p - \Delta f$ şi $f_p + \Delta f$, corespunzător amplitudinii $+U_m$ şi $-U_m$. Viteza de trecere prin aceste valori extreme este în funcție de Ω. Mărimea Δf se numeşte **deviație de frecvență**.

În cazul televiziunii, modulația MF este folosită la transmiterea sunetului (în toate sistemele TV) şi în cazul sistemului SECAM şi la

transmiterea imaginii. Pentru emițătorul de sunet în cazul televiziunii, deviația maximă de frecvență are valoarea de $\Delta f_{max} = \pm 50\ kHz$.

Prin indice de modulație în cazul modulației MF se înțelege raportul $\beta = \frac{\Delta f}{F}$ şi cu această notație, frecvența instantanee a semnalului modulat este $f_i = f_p + \Delta f \sin \Omega t$. Astfel, expresia unei oscilații MF devine:

$$u(t) = A_0 \sin(\omega_p t + \beta \sin \Omega t).$$

Se demonstrează că spectrul undei MF cuprinde o serie de frecvențe situate simetric în jurul purtătoarei f_p, la distanță multiplu de F, adică este de forma f_p, $f_p \pm F$, $f_p \pm 2F$,…

Spectrul are o întindere foarte mare; amplitudinea componentelor laterale scade progresiv pe măsură ce ele se îndepărtează de purtătoare. Cu cât indicele de modulație are o valoare mai mare, cu atât liniile spectrale sunt mai apropiate de frecvența centrală şi numărul lor este mai mare. De exemplu, în cazul transmisiilor radio în banda UUS, spectrul audio este 50Hz -15.000Hz şi Δf_{max} = 75kHz. Rezultă un indice de modulație $\beta = \frac{\Delta f}{F} = \frac{75}{15} = 5$ ceea ce corespunde la o lărgime de bandă a canalului de $3.2\Delta f$ =240kHz.

3.4. Structura canalului analogic TV în RF

În general, în televiziunea radiodifuzată se foloseşte transmisiunea prin radiație (antenă) sau prin cablu. Semnalul TV ajunge de la studio la un emițător, unde modulează un semnal purtător. În normele actuale, pentru semnalul video complex se foloseşte **o modulație MA** iar pentru semnalul de sunet asociat, **o modulație MF**.

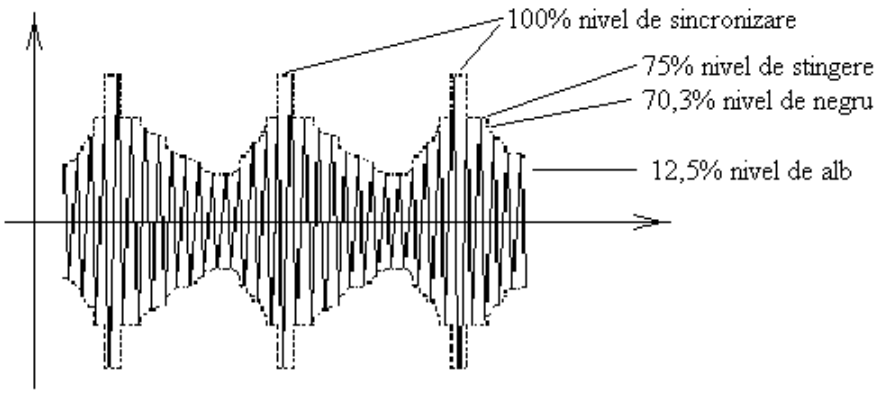


Fig. 6. Modulația MA folosită pentru transmiterea semnalului video complex

Se foloseşte modulația negativă, adică la vârf de purtătoare corespunde componenta de sincronizare din SVC. Modulația negativă (negrul de vârf) are avantajele următoare:

- vârful de modulație S_{V+H} nu depinde de conținutul imaginii;

- perturbațiile de tip impuls care apar în timpul transmisiunii (dacă se suprapun în amplitudine) sunt mai puțin observabile pe imagine dacă sunt în sensul negrului.

Banda semnalului video complex SVC este de 6MHz şi, în consecință, o transmisiune MA cu două benzi laterale ar ocupa un spectru prea larg (fig. 7.a.) şi în benzile alocate televiziunii ar încăpea un număr prea mic de canale TV. Din acest motiv se face o transmisiune cu reducere parțială a unei benzi laterale, fie cea inferioară BLI fie cea superioară, BLS. Se face o reducere parțială deoarece o transmisiune MA-BLU nu se poate realiza uşor în cazul televiziunii. Filtrele care ar trebui să taie banda laterală şi eventual purtătoarea, ar trebui să aibă o pantă foarte mare pe o plajă redusă de frecvențe (între purtătoare şi frecvența cea mai apropiată din banda laterală este o distanță de 50Hz).

Se ajunge în acest fel la varianta adoptată de toate standardele de televiziune actuale care, pentru semnalul video complex de televiziune, prevăd transmiterea semnalului modulat în amplitudine cu banda laterală inferioară parțial suprimată, fig. 7. b.

Datorită acestei soluții, la recepție, informația din partea inferioară a benzilor laterale apare dublată. Din această cauză, caracteristica de selectivitate a filtrului folosit la recepție, fig. 7.c., are o formă specifică, ce compensează aceste neajunsuri.

Structura canalului analogic TV

Prin normă de televiziune se înțelege ansamblul de parametri tehnici specifici unui sistem de televiziune a căror valoare este riguros stabilită şi garantată prin convenții internaționale. Respectarea strictă a normei TV asigură compatibilitatea emițător-receptor.

Normele sunt astfel reguli tehnice cu caracter internațional, ele asigurând respectarea numărului minim de parametri care asigură compatibilitatea emisie-recepție.

În general, o normă de televiziune este adoptată de una sau, mai frecvent, de mai multe țări, criteriile de aderare la o nornă sau alta fiind, de cele mai multe ori, în primul rând cele politice şi economice şi abia la urmă cele tehnice.

Din multitudinea de norme TV existente în lume, interesează mai mult cele utilizate în Europa: CCIR D/K utilizată în Europa de est şi în țara noastră şi CCIR B/G, norma cea mai răspândită în restul Europei, mai puțin Franța, cât şi pe alte continente (CCIR = International Radio Cosultative Committee).

Structura canalului TV conform normelor CCIR D/K arata ca în fig. 8. În conformitate cu această structură, frecvența video maximă adoptată este de 6 MHz (factor kell egal cu 0,81)

Spre deosebire de normele D/K, normele CCIR B/G au adoptat o frecvență video maximă de 5 MHz (factor kell egal cu 0,7). În consecință şi distanța față de purtătoare de sunet este de 5,5 MHz.

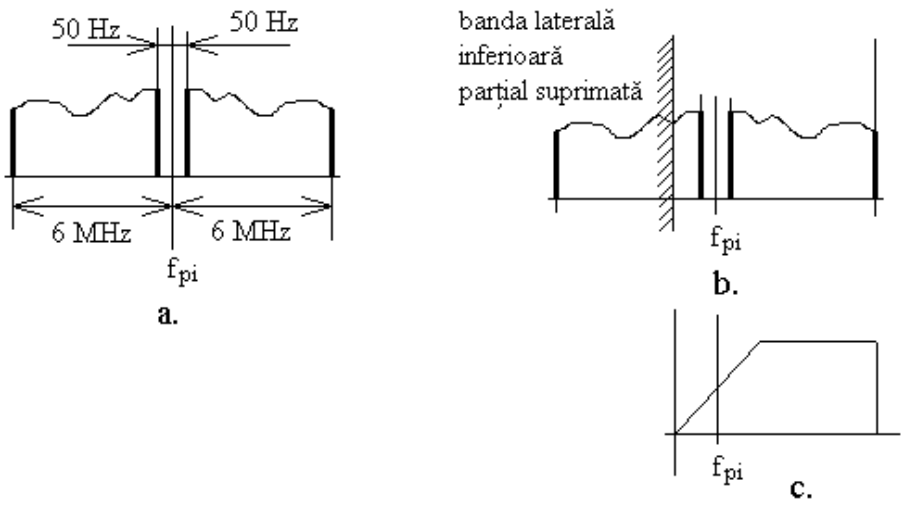


Fig. 7. a. Canalul TV rezultat în urma modulației MA, b. Canalul rămas după suprimarea parțială a benzii laterale inferioare, c. Caracteristica de selectivitate pentru un filtru care să compenseze restul din banda inferioară transmis

Comparând valorile parametrilor tehnici pentru cele două norme, rezultă că diferențele care pot duce la incompatibilitatea recepției TV pe cele două norme apar practic numai la doi parametri: ecartul de frecvență dintre purtătoarele de imagine şi sunet ale canalului TV şi frecvențele alocate canalelor TV.

- Ecartul de frecvență între purtătoarea de imagine şi cea de sunet a canalului este de 6.5MHz în cazul normei CCIR D/K şi 5.5MHz în cazul normei CCIR B/G.
- Repartiția frecvențelor canalelor TV în cele două norme este dată în tabelele1 şi 2.

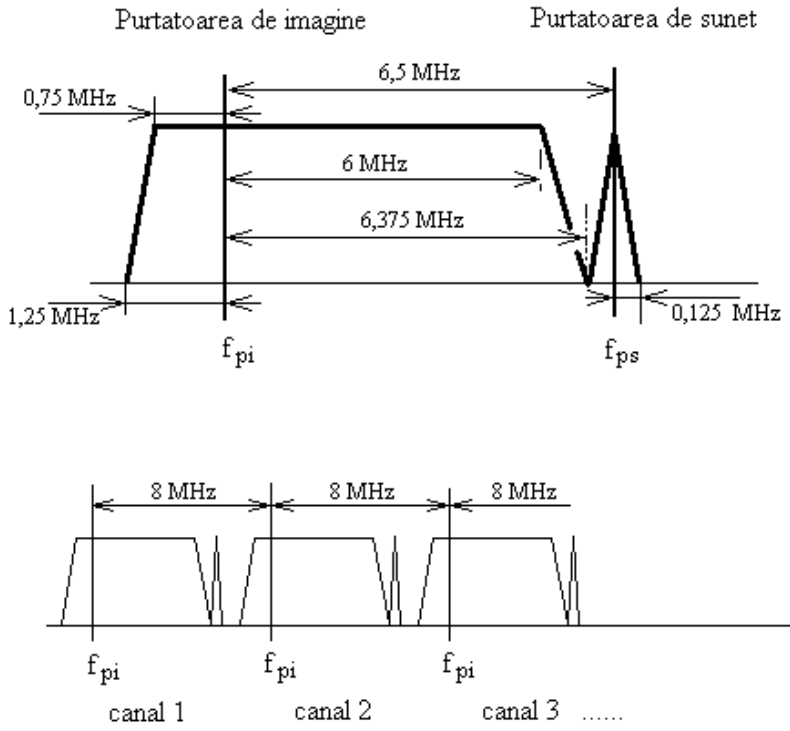


Fig. 8. Structura canalului de televiziune

Din compararea frecvențelor canalelor TV pe cele două norme rezultă că frecvențele canalelor din gama FIF (canalele1…12) sunt diferite, iar canalele din gama UIF (canalele 21-69) se caracterizează prin faptul că au aceeaşi frecvență purtătoare de imagine, purtătoarea de sunet diferind cu 1MHz.

Tab. 1. Repartiția frecvențelor canalelor TV în norma CCIR D/K

Gamă	Bandă	Canal	Purtătoare imagine (MHz)	Purtătoare sunet (MHz)
FIF (foarte înaltă frecvență**)**	Banda I	1	49.75	56.25
		2	59.25	65.75
	Banda II	3	77.25	83.75
		4	85.25	91.75

sau **CCIR norma D**		5	93.25	99.75
	Banda III	6	175.25	181.75
		7	183.25	189.75
		8	191.25	197.75
		9	199.25	205.75
		10	207.25	213.75
		11	215.25	221.75
		12	223.25	229.75
	Banda IV	21	471.25	477.75
		22	479.25	485.75
		23	487.25	493.75
		24	495.25	501.75
		25	503.25	509.75
		26	511.25	517.75
		27	519.25	525.75
		28	527.25	533.75
		29	535.25	541.75
		30	543.25	549.75
		31	551.25	557.75
		32	559.25	565.75
		33	567.25	573.75
		34	575.25	581.75
		35	583.25	589.75
		36	591.25	597.75

UIF (ultra înaltă frecvență) Sau **CCIR norma K**		37	599.25	605.75
		38	607.25	613.75
		39	615.25	621.75
	Banda V	40	623.25	629.75
		41	631.25	637.75
		42	639.25	645.75
		43	647.25	653.75
		44	655.25	661.75
		45	663.25	669.75
		46	671.25	677.75
		47	679.25	685.75
		48	687.25	693.75
		49	695.25	701.75
		50	703.25	709.75
		51	711.25	717.75
		52	719.25	725.75
		53	727.25	733.75
		54	735.25	741.75
		55	743.25	749.75
		56	751.25	757.75
		57	759.25	765.75
		58	767.25	773.75
		59	775.25	781.75
		60	783.25	789.75

		61	791.25	797.75
		62	799.25	805.75
		63	807.25	813.75
		64	815.25	821.75
		65	823.25	829.75
		66	831.25	837.75
		67	839.25	845.75
		68	847.25	853.75
		69	855.25	861.75

Tab.2. Repartiția frecvențelor canalelor TV în norma CCIR B/G

Gamă	Bandă	Canal	Purtătoare imagine (MHz)	Purtătoare sunet (MHz)
FIF (foarte înaltă frecvență) sau **CCIR norma B**	Banda I	2	48.25	53.75
	Banda II	3	55.25	60.75
		4	62.25	67.75
	Banda III	5	175.25	180.75
		6	182.25	187.75
		7	189.25	194.75
		8	196.25	201.75
		9	203.25	208.75
		10	210.25	215.75
		11	217.25	222.75
		12	224.25	229.75

UIF (ultra înaltă frecvență)	Banda IV	21	471.25	476.75
		22	479.25	484.75
		23	487.25	492.75
		24	495.25	500.75
		25	503.25	508.75
		26	511.25	516.75
		27	519.25	524.75
		28	527.25	532.75
		29	535.25	540.75
		30	543.25	548.75
		31	551.25	556.75
		32	559.25	564.75
		33	567.25	572.75
		34	575.25	580.75
		35	583.25	588.75
		36	591.25	596.75
		37	599.25	604.75
		38	607.25	612.75
		39	615.25	620.75
	Banda V	40	623.25	628.75
		41	631.25	636.75
		42	639.25	644.75
		43	647.25	652.75
		44	655.25	660.75

Sau **CCIR norma G**		45	663.25	668.75
		46	671.25	676.75
		47	679.25	684.75
		48	687.25	692.75
		49	695.25	700.75
		50	703.25	708.75
		51	711.25	716.75
		52	719.25	724.75
		53	727.25	732.75
		54	735.25	740.75
		55	743.25	748.75
		56	751.25	756.75
		57	759.25	764.75
		58	767.25	772.75
		59	775.25	780.75
		60	783.25	788.75
		61	791.25	796.75
		62	799.25	804.75
		63	807.25	812.75
		64	815.25	820.75
		65	823.25	828.75
		66	831.25	836.75
		67	839.25	844.75
		68	847.25	852.75

		69	855.25	860.75

Din compararea frecvențelor canalelor TV pe cele două norme rezultă că frecvențele canalelor din gama FIF (canalele 1…12) sunt diferite, iar canalele din gama UIF (canalele 21-69) se caracterizează prin faptul că au aceeaşi frecvență purtătoare de imagine, purtătoarea de sunet diferind cu 1MHz.

Pentru exemplificare, se prezintă o posibilă repartiție a frecvențelor furnizate pe cablul TV.

Tab. 3. Grila de programe- Pachetul de bază

Canal	Purtătoare imagine (MHz)	Nr.program	Denumire program
S2	112.25	1	MTV Romania
S3	119.25	2	Euronews
S4	126.25	3	TV Sport
S5	133.25	4	Animal Planet
S6	140.25	5	Mezzo
S7	147.25	6	Etno
S8	154.25	7	Realitatea TV
S9	161.25	8	Cartoon Network
S10	168.25	9	Videotext
R7	183.25	10	TVR 1
R8	191.25	11	Prima TV
R10	207.25	12	Antena 1
R11	215.25	13	Acasă
R12	223.25	14	Pro TV

S11	238.25	15	Național TV
S12	245.25	16	TVR 2
S13	252.25	17	Hallmark
S14	259.25	18	Eurosport
S15	266.25	19	Explorer
S16	273.25	20	Discovery channel
S17	280.25	21	B1 TV
S18	287.25	22	Fox Kids
S19	294.25	23	TVR Cultural
S20	303.25	24	TV K Lumea
S21	311.25	25	Rai 1
S22	319.25	26	TV 5
S23	327.25	27	Tele 7 abc
S27	351.25	28	Animaux
S28	359.25	29	Galavision
S29	367.25	30	MCM
S30	375.25	31	Club TV
S31	383.25	32	OTV
S32	391.25	33	TVR Internațional
E21	471.25	34	Chasse & Peche
E23	487.25	35	Encyclopedia
E24	495.25	36	EPT
E26	511.25	37	Fashion TV
E31	551.25	38	Escales

E32	559.25	39	Arte
E33	567.25	40	VH 1
E34	575.25	41	CNN
E35	583.25	42	Tiji

Observație: canalele S din ultimul tabel nu sunt cuprinse în benzile I-V din precedentele două tabele; ele constituie aşa numita “hiperbandă” (receptoarele TV mai vechi nu sunt proiectate să recepționeze aceste canale).

4. Echipamente utilizate

Generator de semnal, Osciloscop, Analizor de spectru, Soft de simulare a circuitelor de RF.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie să dovedească:

- Înțelegerea principiilor teoretice care stau la baza modulațiilor folosite în televiziune;
- Cunoaşterea echipamentelor de laborator utilizate pentru realizarea modulațiilor MA şi MF;
- Asimilarea deprinderilor practice pentru setarea parametrilor canalului de transmisiune TV.
- Evaluarea comparativă a performanțelor diferitelor tipuri de modulație analogice.

8. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Evaluarea comparativă a performanțelor diferitelor tipuri de modulație analogice.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 21

LP-21. Compresia de imagini. Generalități. Compresia prin transformări ortogonale

1. Tema lucrării

Compresia de imagini. Generalități. Compresia prin transformări ortogonale

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal înțelegerea necesității compresiei de imagini în folosirea canalelor standard de transmisiuni şi familiarizarea cu principiile transformărilor ortogonale folosite în compresie.

3. Descrierea lucrării de practică: „Compresia de imagini. Generalități. Compresia prin transformări ortogonale”

3.1. Definiția imaginii. Reprezentarea în format necomprimat

O imagine este o suprafață, de obicei dreptunghiulară, caracterizată, la nivelul oricărui punct al ei, de o anumită culoare. Ideal, culoarea variază continuu în oricare direcție. Din păcate, în sistemele numerice, nu se pot utiliza mărimi care variază continuu, ci doar forma discretizată a acestora.

Astfel, o imagine trebuie să fie discretizată înainte de a se pune problema reprezentării numerice. Discretizarea constă în împărțirea imaginii într-un caroiaj asemănător unei table de şah. Fiecare porțiune de imagine delimitată de acest caroiaj va fi considerată ca având o culoare uniformă - o medie a culorii existente pe această secțiune. Aceste porțiuni poartă denumirea de „pixeli”; ca atare, vorbim de reprezentarea unei imagini printr-o matrice de pixeli.

3.2. Spații de culoare. RGB şi YUV. Comparație

Pasul următor îl constituie găsirea unei reprezentări pentru culoare. Orice culoare poate fi descompusă în trei culori primare (roşu-R, verde-G şi albastru-B), cu alte cuvinte orice imagine poate fi obținută prin suprapunerea aditivă a trei radiații luminoase având aceste trei culori şi

intensități diferite. Deci, pentru a reprezenta numeric o culoare, este suficient să se reprezinte intensitățile luminoase ale celor trei culori primare. Dacă se alocă, de exemplu, câte 8 biți pentru fiecare componentă, se pot coda 256 nivele de intensitate, astfel: absența culorii (intensitate zero) se codifică prin valoarea 00000000 în binar sau 00 în hexazecimal, iar intensitatea maximă, prin cea mai mare valoare ce poate fi reprezentată pe 8 biți, şi anume, 11111111 în binar sau FF în hexazecimal.

Reprezentarea în format RGB ține însă mai mult de modalitățile tehnice de captare şi reproducere a imaginii şi mai puțin de mecanismul fiziologic de percepere a culorii. Prin diferite experimente s-a constatat că din punct de vedere al capacității de percepere a detaliilor, ochiul este mai sensibil la **intensitatea luminoasă** a culorii decât la nuanță. Din acest motiv prezintă interes o altă modalitate de reprezentare a culorii care să țină cont de această observație, un exemplu fiind reprezentarea YUV utilizată în televiziunea în culori. În acest caz, în locul celor trei componente primare R,G,B se utilizează alte trei mărimi derivate din acestea, şi anume:

$$\begin{cases} Y = 0,3R + 0,59G + 0,11B \\ U = R - Y = 0,7T - 0,59G - 0,11B \\ V = B - Y = -0,3R - 0,59 + 0,89B \end{cases} \quad (1)$$

În cazul acestei reprezentări, componenta Y corespunde intensității luminoase percepute pentru respectiva culoare (coeficienții 0,30, 0,59 şi 0,11 reprezintă strălucirile relative la alb ale celor trei culori primare: roşu, verde şi, respectiv, albastru). Această componentă mai este întâlnită şi sub numele de **luminanță**. Componentele U şi V sunt cele care definesc nuanța culorii, din acest motiv, sunt denumite componente de **crominanță**. Acestea se calculează ca diferența dintre componenta roşie, respectiv albastră, şi cea de luminanță.

Avantajul reprezentării YUV este acela că separă componenta de luminanță, pentru care ochiul este foarte sensibil la detalii, de componentele de nuanță, pentru care sensibilitatea este mai redusă. Acest lucru face posibilă reducerea informației asociate unei imagini prin utilizarea unei rezoluții mai reduse pentru componentele de crominanță. În cazul televiziunii în culori se realizează o "compresie" prin limitarea

benzii de frecvență alocate semnalelor de crominanță (de exemplu în sistemul PAL semnalele U şi V au o bandă de 1,3MHz față de semnalul Y care are o bandă de 6MHz). În cazul standardului JPEG, componentele de crominanță sunt subeşantionate cu un factor de 2 pe linii şi pe coloane (se reține câte un singur pixel din doi, atât pe linii cât şi coloane).

În concluzie, fiecare pixel este caracterizat de un triplet de trei valori numerice, fie ele componentele (R,G,B) sau (Y,U,V). Ca atare, imaginea întreagă este determinată de cele trei matrice corespunzătoare.



Componenta R



Componenta G



Componenta B



Componenta Y



Componenta U



Componenta V

Fig. 1. Componentele R, G, B, respectiv, Y, U, V ale imaginii

3.3. Abordări folosite în compresia de imagini

În continuare se prezintă câteva metode folosite în compresie, evidențiind aplicabilitatea lor în compresia de imagini.

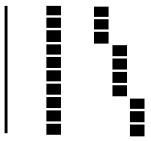
Metode generale de compresie de imagini

1. *Cuantizarea scalară* poate fi folosită pentru a compresa imagini, dar performanțele ei sunt mediocre. De exemplu, o imagine cu 8 biți/pixel poate fi compresată prin cuantizare scalară eliminând cei mai nesemnificativi patru biți ai fiecărui pixel. Aceasta conduce la o rată de compresie de 0,5 care, pe lângă faptul că nu este semnificativă, determină în acelaşi timp şi reducerea numărul de culori (sau nuanțe de gri) de la 256 la doar 16. O astfel de reducere nu numai ca descreşte pe ansamblu calitatea imaginii reconstruite, dar poate chiar crea benzi de diferite culori, un efect observabil şi deranjant.

2. *Cuantizarea vectorială* poate fi folosită cu mai mult succes pentru a compresa imagini.

3. *Metodele statistice* funcționează mai bine când simbolurile ce trebuie compresate au probabilități diferite. O secvență de intrare în care mesajele au aceeaşi probabilitate nu se va compresa eficient. În acest sens, într-o imagine alb-negru sau color în tonuri continue, diferitele culori sau nuanțe de gri se dovedesc de multe ori a avea aproximativ aceleaşi probabilități. De aceea metodele statistice nu sunt o alegere bună pentru compresia unor astfel de imagini, şi sunt necesare noi abordări. Imaginile cu discontinuități de culoare, în care pixeli adiacenți au culori foarte diferite, se compresează mai bine cu metodele statistice, dar în acest caz predicția pixelilor nu este uşoară.

4. *Metodele de compresie bazate pe dicționar* tind, de asemenea, să nu aibă succes în cazul imaginilor cu tonuri continue. O astfel de imagine conține de obicei pixeli adiacenți în culori similare, dar nu conține modele repetitive. Chiar şi o imagine care conține modele repetitive, cum sunt liniile verticale, le poate pierde când este digitizată. O linie verticală în imaginea originală poate deveni uşor oblică atunci când imaginea este digitizată. O linie verticală ideală este prezentată în Fig. 2a. În Fig. 2.b linia este presupusă a fi perfect digitizată în zece pixeli, aşezați vertical. Totuşi, dacă imaginea este plasată în digitizor uşor oblic, procesul de digitizare poate fi imperfect, şi pixelii rezultați pot arăta ca în Fig. 2.c.



a) b) c)

Fig. 2. Digitizare perfectă şi imperfectă.

O altă problemă a compresiei imaginilor bazate pe dicționar este aceea că astfel de metode scanează imaginea rând cu rând, şi pot pierde astfel corelații verticale între pixeli.

Metodele tradiționale sunt nesatisfăcătoare pentru compresia de imagini, astfel încât au fost necesare abordări noi, care, deşi diferite, se

bazează pe eliminarea redundanței din imagine, folosind următorul principiu:

Dacă se selectează aleator un pixel dintr-o imagine, există o probabilitate mare ca vecinii săi să aibă aceeaşi culoare sau culori foarte apropiate.

Compresia de imagine este, deci, bazată pe faptul că pixelii învecinați sunt puternic corelați. Această corelare se numeşte şi redundanță spațială.

3.4. Transformări folosite în compresia de imagini

O imagine poate fi compresată prin transformarea pixelilor săi (care sunt corelați) într-o reprezentare unde aceştia sunt decorelați. Compresia este obținută dacă valorile noi sunt mai mici, în medie, decât cele originale. Acesta este cazul prezentat în figura 3a, b. Compresia cu pierdere de informație poate fi obținută prin cuantizarea valorilor transformate. Decodorul primeşte valorile transfomate din secvența compresată şi reconstruieşte datele originale (exacte sau aproximate), prin aplicarea transformării inverse. Transfomările discutate în această secțiune sunt ortogonale.

Termenul de decorelare se referă la faptul că valorile transformate sunt independente unele de altele. Ca urmare, ele pot fi codate independent, ceea ce face mai simplă construirea unui model statistic. O imagine poate fi compresată, dacă reprezentarea sa are redundanță.

Redundanța în imagini derivă din corelarea pixelilor. Dacă se transformă imaginea într-o reprezentare în care pixelii sunt decorelați, se elimină redundanța şi imaginea a devenit în totalitate compresată.

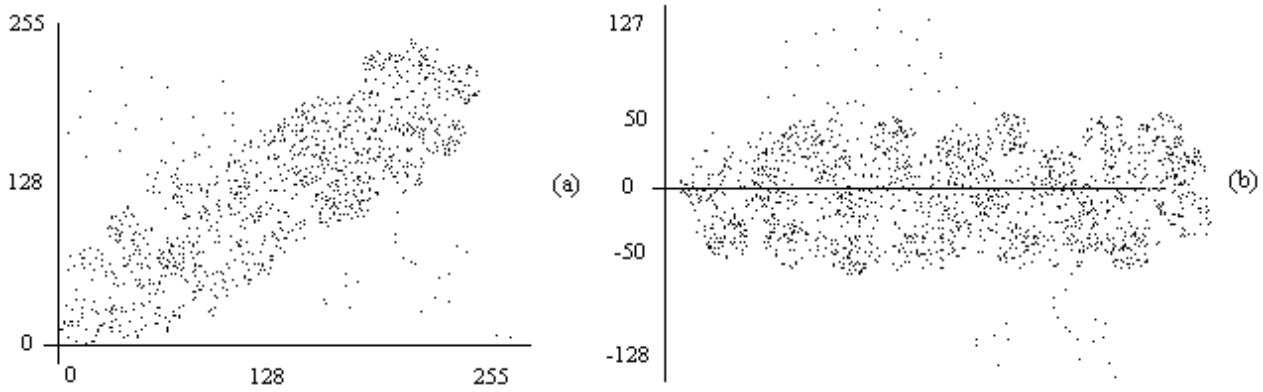


Fig. 3. Rotirea unui grup de puncte (decorelare): noile coordonate au valori mai mici

O transformare unidimensională discretă poate fi reprezentată printr-o matrice A. Coloanele acestei matrice sunt elementele bazei în care este reprezentat semnalul, iar aplicarea transformatei A înseamnă a găsi coeficienții semnalului dacă îl descompunem în baza formată din coloanele matricei A.

O transformare este ortogonală dacă şi numai dacă inversa matricei este identică cu transpusa sa. Aplicarea unei transformate ortogonale unui semnal echivalează cu calcularea produsului între matricea transpusă, A^T, şi semnal (vector coloană). Invers, matricea transformatei inverse este inversa matricei transformării inițiale.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 4 \\ 6 \\ 5 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 17 \\ 3 \\ -5 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Exemplu de transformare discretă

O transformare ortogonală este echivalentă cu o rotire a sistemului de coordonate (a vectorilor bazei) în care este reprezentat semnalul.

În general, pixelii unei imagini au valori semnificative, situate în jurul unei valori medii. Cuantizarea acestor valori ar produce erori vizibile. Pentru ca erorile de cuantizare să fie cât mai neobservabile, ar fi de

preferat ca majoritatea coeficienților obținuți după transformare să aibă valori apropiate de zero, altfel spus, majoritatea informației să fie concentrată doar în câțiva coeficienți nenuli, restul fiind neglijabili. Această proprietate poartă numele de „compactarea energiei”.

3.4.1.Transformări bidimensionale

În cazul unei transformate unidimensionale, un semnal este reprezentat ca o sumă ponderată a unor semnale dintr-o bază (de ex., în spațiu, $x = a\cdot\mathbf{i} + b\cdot\mathbf{j} + c\cdot\mathbf{k}$, baza fiind sistemul de coordonate (**i,j,k**), sau, în descompunerea Fourier, semnalul este reprezentat ca o sumă de sinusoide). În cazul discret, elementele bazei sunt coloanele matricei transformării, A. Aplicarea transformării înseamnă găsirea coeficienților necesari elementelor bazei pentru ca suma lor ponderată să fie egală cu semnalul.

În cazul unor transformări bidimensionale, o imagine 2D este descompusă ca o sumă ponderată de imagini 2D ce formează baza. Coeficienții elementelor bazei reprezintă spectrul semnalului.

O transformare este separabilă dacă transformarea bidimensională (pentru imagini) este echivalentă cu aplicarea de două ori a unei transformate unidimensionale, întâi pe fiecare coloană, apoi pe fiecare linie a rezultatului (sau invers, întâi pe linii, apoi pe coloane). Această proprietate (dacă există) reduce mult complexitatea calculului. În general, transformările prezentate în continuare sunt separabile.

Exemple de transformări bidimensionale:

Transformarea Karhunen-Loève (KLT): elementele bazei sunt vectorii proprii ai setului de blocuri 8x8 în care este împărțită imaginea. KLT este transformarea cea mai bună din punct de vedere al compresiei (cel mai redus număr de coeficienți nenuli). Din păcate, fiind compusă din vectorii proprii ai imaginii, este dependentă de imaginea în sine. Astfel, la decodare, când nu se cunoaşte imaginea, ci vrem să o aflăm, nu cunoaştem nici transformata. Ca atare, nu poate fi folosită în practică.

Transformarea Walsh-Hadamard (WHT): descompune o imagine într-o sumă ponderată a următoarelor elemente din bază (în exemplu, pentru imagini 4x4)

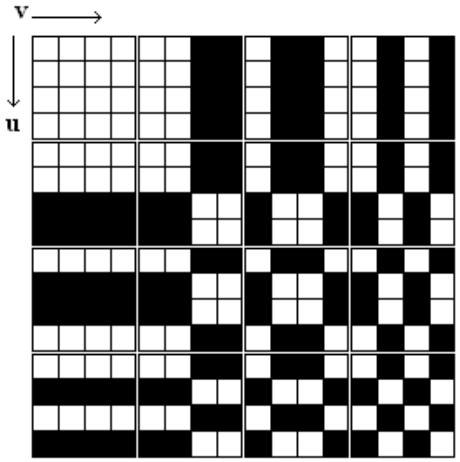


Fig.4. Elementele bazei transformării Walsh-Hadamard

3.4.2. Transformarea cosinus discretă (DCT)

DCT unidimensională

În practică se foloseşte DCT bi-dimensională, dar pentru uşurința înțelegerii se consideră mai întâi DCT uni-dimensională. Se consideră formele de undă w(f)=cos(fθ), pentru $0 \le \theta \le \pi$, cu frecvențele f=0, 1, ...,7, şi

$$\theta = \frac{\pi}{16}, \frac{3\pi}{16}, \frac{5\pi}{16}, \frac{7\pi}{16}, \frac{9\pi}{16}, \frac{11\pi}{16}, \frac{13\pi}{16}, \frac{15\pi}{16} \quad (2)$$

Fiecare formă de undă w(f) este eşantionată în opt puncte, pentru a forma un vector al bazei $\mathbf{v}_f$. Cei opt vectori rezultați $\mathbf{v}_f$, f=0, 1,...,7 (un total de 64 de numere) sunt prezentați în Tabelul 1. Aceştia reprezintă baza pentru DCT uni-dimensională.

Tab. 1 Vectorii bazei pentru DCT unidimensională

θ	0,196	0,589	0,982	1,374	1,767	2,160	2,553	2,945
cos 0θ	1	1	1	1	1	1	1	1
cos 1θ	0,981	0,831	0,556	0,195	-0,195	-0,556	-0,831	-0,981
cos 2θ	0,924	0,383	-0,38	-0,92	-0,924	-0,383	0,383	0,924

			3	4				
cos 3θ	0,831	-0,195	-0,981	-0,556	0,556	0,981	0,195	-0,831
cos 4θ	0,707	-0,707	-0,707	0,707	0,707	-0,707	-0,707	0,707
cos 5θ	0,556	-0,981	0,195	0,831	-0,831	-0,195	0,981	-0,556
cos 6θ	0,383	-0,924	0,924	0,383	-0,383	0,924	-0,924	0,383
cos 7θ	0,195	-0,556	0,831	0,981	0,981	-0,831	0,556	-0,195

Aceşti opt vectori $\mathbf{v}_i$ sunt ortonormali (datorită alegerii particulare a celor opt puncte de eşantionare) şi pot fi organizați într-o matrice de transformare 8×8. Pentru că această matrice este ortonormală, ea este o matrice de rotație, deci, DCT uni-dimensională poate fi interpretă ca o rotație.

Cel mai simplu mod de a calcula DCT uni-dimensională, în practică, este cu relația

$$G_f = \frac{1}{2} C_f \sum_{t=0}^{7} p_t \cos\left(\frac{(2t+1)f\pi}{16}\right) \tag{3}$$

unde

$$C_f = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & f = 0, \\ 1, & f > 0, \end{cases} \quad \text{pentru } f = 0,1,\ldots,7\,. \tag{4}$$

Se începe cu un set de opt valori de date p_t (pixeli, eşantioane de sunet, sau alte date) şi se obține un set de opt coeficienți DCT, G_f. Decodorul primeşte coeficienții DCT în seturi de opt, şi aplică

transformarea inversă DCT (IDCT) pentru a reconstrui valorile de date originale (tot în grupuri de câte opt). IDCT se calculează cu relația

$$p_t = \frac{1}{2}\sum_{j=0}^{7} C_j G_j \cos\left(\frac{(2t+1)j\pi}{16}\right), \quad \text{pentru} \quad t=0, 1,...., 7 \tag{5}$$

DCT bi-dimensională

Din experiență se ştie că pixelii unei imagini sunt corelați pe două dimensiuni, nu doar pe una (un pixel este corelat cu vecinii săi de la stânga şi de la dreapta, deasupra şi dedesubt). De aceea metodele de compresie a imaginii folosesc DCT bi-dimensională, dată de relația

$$G_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2n}} C_i C_j \sum_{x=0}^{n-1} \sum_{y=0}^{n-1} p_{xy} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2n}\right), \tag{6}$$

pentru $0 \le i, j \le n-1$. Imaginea este împărțită în blocuri de $n \times n$ pixeli p_{xy} (de obicei se foloseşte $n=8$), şi ecuația (6) este folosită pentru a obține un bloc de 8×8 coeficienți DCT, G_{ij}, pentru fiecare bloc de pixeli. Dacă se cuantizează coeficienții, atunci compresia este cu pierdere de informație. Decodorul reconstruieşte un bloc de valori de date (aproximate sau precise) prin calculul IDCT.

$$p_{xy} = \frac{1}{\sqrt{2n}} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} C_i C_j G_{ij} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2n}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2n}\right) \tag{7}$$

unde

$$C_f = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & f = 0, \\ 1, & f > 0, \end{cases} \quad \text{pentru } f = 0,1,...,7$$

DCT bi-dimensională poate fi interpretată în două moduri diferite, ca o rotație (de fapt, două rotații separate), şi ca bază a unui spațiu vectorial n-dimensional. În prima interpretare se consideră un bloc de $n \times n$ pixeli. Mai întâi se consideră fiecare rând al acestui bloc ca un punct $p_{x,0}; p_{x,1}; ...; p_{x,n-1}$) în spațiul n-dimensional, şi se roteşte punctul cu ajutorul transformării date de suma din interior a ecuației (6).

$$G1_{x,j} = C_j \sum_{y=0}^{n-1} p_{xy} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{2n}\right) \tag{8}$$

Aceasta transformare are ca rezultat un bloc $G1_{x,j}$ de $n \times n$ coeficienți, unde primul element al fiecărui rând este dominant şi restul elementelor sunt mici.

Suma exterioară a ecuației (6) este

$$G_{ij} = \frac{1}{\sqrt{2n}} C_i \sum_{x=0}^{n-1} G1_{x,j} \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{2n}\right) \quad (9)$$

Aici, coloanele lui $G1_{x,j}$ sunt considerate puncte în spațiul n-dimensional, şi sunt rotite. Rezultatul este un coeficient mare în colțul stânga-sus al blocului şi n^2 - 1 coeficienți mici în rest. În această interpretare DCT bi-dimensională se consideră ca două rotații separate, fiecare în n dimensiuni. Este interesant de observat că două rotații în n dimensiuni sunt mai rapide decât una în n^2 dimensiuni, deoarece în al doilea caz este necesară o matrice de rotație de dimensiune $n^2 \times n^2$.

A două interpretare (presupunând n = 8) foloseşte ecuația (6) pentru a crea 64 blocuri de 8×8 valori fiecare. Cele 64 de blocuri sunt apoi folosite ca bază a unui spațiu de vectori 64-dimensionali (sunt imagini de bază). Imaginile de bază folosite în DCT bi-dimensională sunt date în figura 5. Orice bloc B de 8×8 pixeli poate fi exprimat ca o combinație liniară a imaginilor de bază, şi cele 64 de ponderi ale acestei combinații liniare sunt coeficienții DCT ai blocului B.

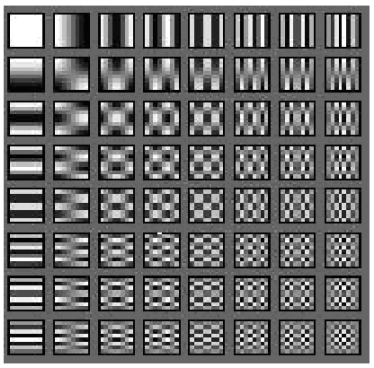


Fig. 5. Imaginile de bază pentru transformata discretă cosinus bi-dimensinală

3.4.3.Transformarea Sinus Discretă

Transformarea discretă sinus, DST, este complementara DCT. DCT asigură performanțe apropiate transformatei K-L optime, în ceea ce

priveşte compactarea, când corelația coeficienților ρ este mare, iar DST asigură performanțe apropiate transformatei K-L optime, când ρ este mic. Datorită acestei proprietăți, este adesea folosită ca transformată complementară a DCT în codarea de imagini şi audio.

Elementele matricei transformate pentru o DST de dimensiune $n \times n$ sunt date de

$$\left[S\right]_{i,j} = \sqrt{\frac{2}{n}} \sin \frac{\pi \ \ i+1 \ \ j+1}{2n}; \ i, j = 0,1,...,n-1 \tag{10}$$

Dezavantajul acestei transformări poate fi observat când se consideră exemplul a opt valori de date identice ce trebuie transformate. Astfel de valori sunt, desigur, perfect corelate. Când sunt reprezentate grafic ele devin o linie orizontală. Aplicând DCT acestor valori, se produce doar un coeficient DC; toți coeficienții AC fiind nuli. DCT compactează toată energia datelor într-un singur coeficient DC, a cărui valoare este identică cu a datelor. IDCT poate reconstrui exact cele opt valori (cu excepția unor modificări minore date de precizia limitată de calcul). Aplicarea DST asupra aceloraşi opt valori, pe de altă parte, conduce la şapte coeficienți AC a căror sumă este o formă de undă care trece prin cele opt puncte corespunzătoare datelor, dar oscilează între aceste puncte. Acest comportament, are trei dezavantaje, în principal:

1. Energia datelor originale nu este compactată;

2. Cei şapte coeficienți nu sunt decorelați (pe când datele sunt perfect corelate);

3. Cuantizând cei şapte coeficienți se poate ajunge la o puternică scădere a calității reconstrucției realizate de DST inversă.

Din aceste cauze, în practică se foloseşte transformarea DCT.

4. Echipamente utilizate

Calculator PC, mediu software specializat.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea activității practice la această temă, studentul trebuie

- Să cunoască reprezentarea imaginii în format necomprimat
- Să cunoască spațiile de culoare RGB şi YUV
- Să se familiarizeze cu metodele generale folosite în compresia de imagini

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Să înțeleagă folosirea Transformatei Cosinus Discrete în standardele de compresie de imagini JPEG şi video, MPEG.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 22

LP-22. Compresia de imagini. Standardul JPEG

1. Tema lucrării

Compresia de imagini. Standardul JPEG

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea îşi propune familiarizarea cu metodele şi algoritmii utilizați în compresia de imagini, în particular cele folosite în standardul JPEG.

3. Descrierea lucrării de practică: ”Compresia de imagini. Standardul JPEG”

Formatul JPEG (Joint Photographic Experts Group) este recomandat pentru afişarea de imagini redate cu o foarte mare varietate de culori sau pentru imagini de precizie fotografică. JPEG foloseşte o tehnică de compresie variabilă, care are drept rezultat obținerea de fişiere foarte mici în comparație cu alte formate.

Există patru moduri principale de operare specificate de standardul JPEG :

- modul de bază, în care fiecare componentă a imaginii este codată printr-o singură scanare stânga-dreapta, respectiv sus-jos;
- codarea expandată DCT cu pierderi, în care se realizează o codare progresivă a spectrelor imaginii de intrare;
- codarea fără pierderi, în care imaginea este codată astfel încât se garantează reproducerea exactă la decodare;
- codarea ierarhică, în care imaginea este codată la rezoluții multiple.

În continuare, se va prezenta detaliat numai primul dintre acestea.

3.1. Schema de principiu

În figura 1 se prezintă schema de principiu pentru implementarea standardului JPEG.

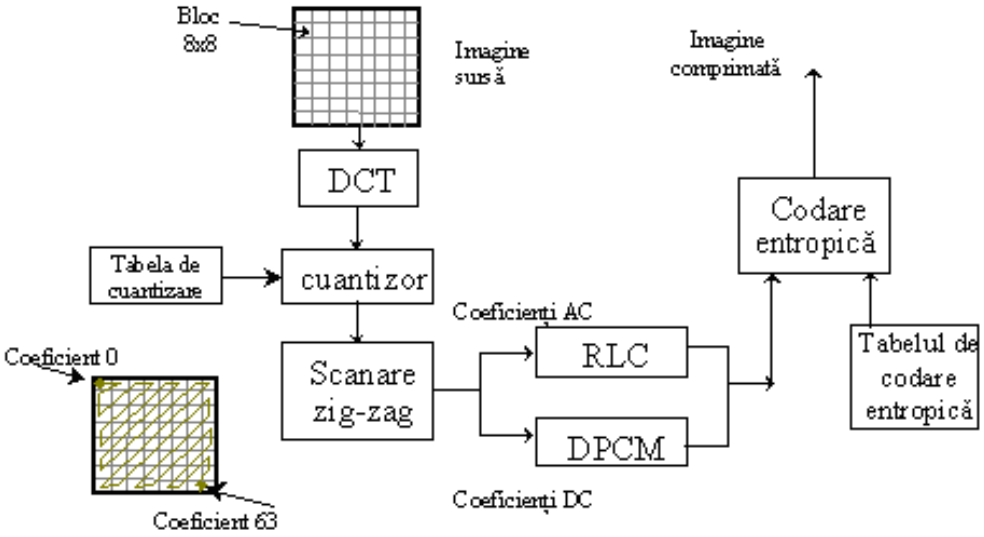


Fig. 1. Algoritmul de codare JPEG

3.2. Etapele codării

3.2.1.Conversia RGB → YUV

În procedurile de compresie a imaginii se preferă o reprezentare a culorii diferită de cea normală (R,G,B), şi anume, reprezentarea (Y,U,V), prezentată în lucrarea precedentă. Valorile componentelor Y, U şi V sunt cuprinse între -128 şi 127.

Datorită absenței detaliilor şi contrastului scăzut al componentelor U şi V, acestora li se aplică o subeşantionare cu factorul 2 pe ambele direcții, verticală şi orizontală, ținându-se cont de faptul că percepția ochiului este mai mică la semnalele de crominanță, față de cele de luminanță. Modul de realizare a subeşantionării constă în înlocuirea blocurilor de 2x2 puncte cu un singur punct care are intensitatea egală cu media celor 4 pixeli.

3.2.2.Împărțirea pe blocuri de 8x8 pixeli

Procedura de compresie se aplică unor blocuri de imagine de 8x8 pixeli. Dacă nici una din dimensiunile imaginii nu este multiplu de 8, codorul copie ultima coloană sau linie până când lungimea finală este multiplu de 8. Aceste linii sau coloane suplimentare sunt îndepărtate în timpul procesului de decodare.

Cele trei componente Y, U şi V sunt descompuse în blocuri de dimensiune 8x8. Datorită rezoluției reduse, în urma subeşantionării, rezultă că la 4 (2x2) blocuri ale componentei Y corespunde câte un singur bloc al componentelor U, respectiv V.

În cazul formatului JPEG cele trei componente ale blocurilor de imagine sunt prelucrate întrețesut. Pentru o numerotare a blocurilor, conform figurii 2, ordinea prelucrării acestora va fi Y1, Y2, Y3, Y4, U1, V1, Y5, Y6, Y7, Y8, U2, V2,.... Fiecare bloc este prelucrat utilizând aceeaşi procedură.

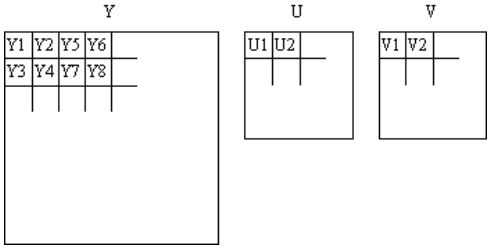


Fig. 2. Ordinea prelucrării blocurilor

3.2.3.Aplicarea DCT

Valorile originale ale componentelor Y, U, V sunt cuprinse în domeniul [0, 2^{b-1}], unde *b* reprezintă numărul de biți/eşantion. Aceste valori sunt deplasate în domeniul [-2^{b-1},$2^{b-1}-1$], centrate față de zero, pentru a putea realiza o precizie de calcul mai mare la aplicarea DCT (Discrete Cosine Transform – Transformata Cosinus Discretă). Pentru primul nivel de codare JPEG, *b*=8, astfel încât valorile originale cuprinse în intervalul [0, 255] sunt deplasate în intervalul [-128, 127]. Fiecare componentă este apoi divizată în blocuri de 8x8 pixeli. Fiecărui bloc astfel obținut i se aplică transformata cosinus discretă bi-dimensională, folosind ecuațiile:

$$\text{DCT: } G_{ij} = \frac{1}{4} C_i C_j \sum_{x=0}^{7} \sum_{y=0}^{7} p_{xy} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right) \quad (1)$$

$$\text{IDCT: } p_{xy} = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^{7} \sum_{j=0}^{7} C_i C_j G_{ij} \cos\left(\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right) \cos\left(\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right) \quad (2)$$

unde

$$C_i = C_j = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \text{dacă } i = j = 0$$
$$C_i = C_j = 1, \quad \text{în rest}$$

Pentru a ilustra cum lucrează algoritmul, se va folosi un bloc de dimensiune

8×8 din componenta de luminanță a imaginii Lena, aşa cum este prezentat în Tabelul 1.

Tab. 1. Un bloc de dimensiune 8×8 al imaginii "Lena"

124	125	122	120	122	119	117	118
121	121	120	119	119	120	120	118
126	124	123	122	121	121	120	120
124	124	125	125	126	125	124	124
127	127	128	129	130	128	127	125
143	142	143	142	140	139	139	139
150	148	152	152	152	152	150	151
156	159	158	155	158	158	157	156

Considerând blocul de 8×8 pixeli din Tabelul 1, se scade 128 din fiecare element şi aplicând DCT, se obțin coeficienții DCT prezentați în Tabelul 2.

Tab. 2. Matricea **G** a coeficienții DCT corespunzători blocului de date al imaginii Lena după deplasare

39. 88	6. 56	-2. 24	1. 22	-0. 37	-1. 08	0. 79	1. 13
-102. 43	4. 56	2. 26	1. 12	0. 35	-0. 63	-1. 05	-0. 48
37. 77	1. 31	1. 77	0. 25	-1. 50	-2. 21	-0. 10	0. 23

-5. 67	2. 24	-1. 32	-0. 81	1. 41	0. 22	-0. 13	0. 17
-3. 37	-0. 74	-1. 75	0. 77	-0. 62	-2. 65	-1. 30	0. 76
5. 98	-0. 13	-0. 45	-0. 77	1. 99	-0. 26	1. 46	0. 00
3. 97	5. 52	2. 39	-0. 55	-0. 051	-0. 84	-0. 52	-0. 13
-3. 43	0. 51	-1. 07	0. 87	0. 96	0. 09	0. 33	0. 01

Se poate observa că elementele acestei matrice au valorile mari concentrate în colțul din stânga sus, restul fiind valori mici, aproape nule. Explicația acestui fenomen este dată de faptul că transformata cosinus discretă realizează o descompunere "în frecvență". Astfel, coeficienții din colțul din stânga sus corespund frecvențelor joase - variații lente de intensitate între pixeli, iar pe măsură ce se avansează către colțul din dreapta-jos coeficienții corespund frecvențelor înalte - variații rapide de intensitate, date de detaliile fine din imagine. În general, într-o imagine reală frecvențele înalte au o pondere mai redusă decât cele joase, ceea ce explică valorile obținute în urma transformării. Această situație este ilustrată în figura 3.

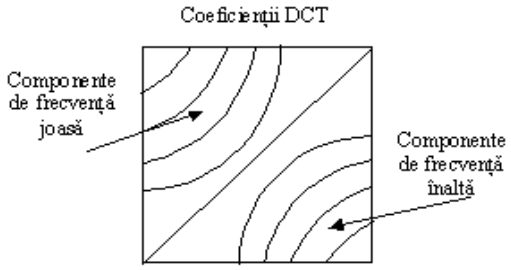


Fig. 3. Distribuția componentelor de frecvență într-o matrice de coeficienți DCT

3.2.4.Cuantizarea coeficienților

Operația de cuantizare este singura în care se pierde informație. Standardul JPEG utilizează coeficienți de cuantizare pentru a cuantiza valorile din bocul de intrare. Mărimea pasului de cuantizare este

organizată într-un tabel, numit tabel de cuantizare. Un exemplu de tabel de cuantizare din recomandările JPEG este prezentat în Tabelul 3. Fiecare valoare cuantizată este reprezentată de o etichetă. Prin cuantizare se înțelege împărțirea element cu element a matricei **G** cu o matrice de cuantizare **Q,** cu reținerea doar a părții întregi, rezultând o matrice **I**.

Tab. 3. Coeficienții de cuantizare pentru luminanta (a) si pentru crominanta (b)

(a)

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

(b)

17	18	24	47	99	99	99	99
18	21	26	66	99	99	99	99
24	26	56	99	99	99	99	99
47	66	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99
99	99	99	99	99	99	99	99

Eticheta corespunzătoare valorii cuantizate a coeficienților G_{ij} ai transformatei este

$$I_{i,j} = \left\lfloor \frac{G_{ij}}{Q_{ij}^t} + 0,5 \right\rfloor \tag{3}$$

unde Q_{ij}^t este elementul (i,j) din tabelul de cuantizare şi $\lfloor x \rfloor$ este cel mai mare întreg mai mic decât x. Se consideră coeficientul G_{00} din Tabelul 2, care este 39, 88. Din Tabelul 3, Q_{00}^t este 16, deci,

$$I_{00} = \left\lfloor \frac{39,88}{16} + 0,5 \right\rfloor = \lfloor 2,9925 \rfloor = 2 \tag{4}$$

Valoarea reconstruită este obținută din etichetă, prin multiplicarea acesteia cu valoarea corespunzătoare din tabelul de cuantizare. Deci, valoarea reconstruită a θ_{00} va fi $I_{00} \times Q_{00}^t$ adică 2*16=32. Eroarea de cuantizare în acest caz este 39, 88-32=7, 88. Similar, din cele două tabele, G_{01} este 6, 56 şi Q_{01}^t este 11, deci

$$I_{01} = \left\lfloor \frac{6,56}{11} + 0,5 \right\rfloor = \lfloor 1,096 \rfloor = 1 \tag{5}$$

Valoarea reconstruită este 11 şi eroarea de cuantizare este 11-6,56 = 4,44.

Primul coeficient, cu indicele 00 se numeşte de curent continuu (DC), deoarece corespunde frecvenței nule, iar ceilalți 63 de coeficienți se numesc de curent alternativ (AC). Continuând în acest mod, se obțin eşantioanele din Tabelul 4.

Tab. 4. Coeficientii cuantizați obținuți folosind tabelul de cuantizare a coeficienților

2	1	0	0	0	0	0	0
-9	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

În urma cuantizării, în matricea coeficienților cuantizați se observă concentrarea valorilor mari în colțul din stânga sus, şi predominața valorilor mici (chiar zero) în rest.

Pierderea de informație se datorează realizării împărțirii cu reținerea doar a parții întregi a rezultatelor. În acest fel valorile pierd din precizie (cele mici transformându-se în zero). Efectul acestei pierderi nu este însă sesizabil deoarece, după cum se observă, pierderile cele mai mari sunt concentrate la nivelul coeficienților de înaltă frecvență, care au pondere redusă în imagine şi care, corespunzând detaliilor fine, sunt mai puțin observabile de către ochiul uman.

Rolul operației de cuantizare este acela de a obține cât mai multe valori nule sau mici, acestea având avantajul unei codări eficiente realizată ulterior. Transformata cosinus discretă oferă posibilitatea de a realiza această operație astfel încât efectul pierderii de informație să fie cât mai redus.

Din Tabelul 3, care conține coeficienții de cuantizare, se poate observa că mărimea pasului creşte pe măsura îndepărtării de coeficientul DC. Deoarece eroarea de cuantizare este o funcție crescătoare de mărimea pasului, coeficienții de înaltă frecvență vor fi afectați de o eroare de cuantizare mai mare decât cei de joasă frecvență. Decizia asupra mărimii relative a pasului de cuantizare se bazează pe modul de percepere a erorilor de sistemul vizual uman. Diferiți coeficienți ai transformării au importanță perceptuală diferită. Erorile de cuantizare din coeficienții DC şi AC de joasă frecvență sunt mai uşor de detectat decât erorile de cuantizare pentru coeficienții AC de înaltă frecvență. De aceea se foloseşte un pas mai mare pentru coeficienții mai puțin importanți perceptual.

Deoarece cuantizoarele au nivelul 0 ca nivel de reconstrucție, procesul de cuantizare funcționează, de asemenea, şi ca operație de

codare de prag. Toți coeficienții cu amplitudinea mai mică decât jumătate din mărimea pasului vor fi zero. Deoarece mărimea pasului la sfârşitul scanarii în zig-zag este mare, probabilitatea găsirii unei secvențe lungi de zero creşte. Acest efect poate reprezenta o modalitate de modificare a ratei. Prin mărirea pasului, se poate reduce numărul de valori diferite de zero necesare pentru a fi transmise, ceea ce înseamnă o reducere a numărului de biți necesari.

3.2.5.Codarea coeficienților

Coeficienții cuantizați sunt scanați în zig-zag, în scopul obținerii unei secvențe unidimensionale, ce va fi aplicată codorului entropic. Aşa cum s-a mai precizat, primul coeficient se numeşte coeficient de curent continuu, DC, şi reprezintă media intensității blocului. Ceilalți 63 de coeficienți se numesc coeficienți AC (coeficienți de curent alternativ). Scanarea în zig-zag se face în ideea ordonării după spectrul de frecvență. Deoarece componentele de frecvență înaltă au valori aproximativ nule, în urma scanării în zig-zag rezultă un şir de zerouri la sfârşitul secvenței, dând posibilitatea realizării unei codări eficiente RLC (Run Length Coding) şi Huffman.

În algoritmul de compresie JPEG sunt utilizate două proceduri de codare diferite. Prima procedură este utilizată pentru codarea elementului I_{00}, care este coeficientul DC, a doua procedură utilizându-se pentru codarea celorlalți 63 de coeficienți AC. Coeficientul DC este codat diferențial față de coeficientul DC din blocul anterior, folosind algoritmul DPCM (Differential Pulse Code Modulation). Coeficienții AC sunt codați RLC. Coeficienții DC şi AC astfel codați vor fi codați apoi entropic utilizând codarea Huffman.

Coeficienții DC

Tab. 5. Codarea diferențelor etichetelor DC

Clasa								Codul Huffman corespunzător clasei
0				0				0

1			-1		1			10
2		-3	-2		2	3		110
3	-7	.	-4		4	.	7	1110
4	-15	.	-8		8	.	15	11110
5	-31	.	-16		16	.	31	111110
6	-63	.	-32		32	.	63	1111110
7	-127	.	-64		64	.	127	11111110
8	-255	.	-128		128	.	255	111111110
9	-511	.	-256		256	.	511	1111111110
10	-1023	.	-512		512	.	1023	11111111110
11	-2047	.	-1024		1024	.	2047	111111111110
12	-4095	.	-2048		2048	.	4095	1111111111110
13	-8191	.	-4096		4096	.	8191	11111111111110
14	-16383	.	-8192		8192	.	16383	111111111111110
15	-32767	.	-16384		16384	.	32768	111111111111111
16				32768				

Coeficienții DC ai fiecărui bloc se codează diferențial, adică se codează numai diferența față de coeficientul DC al blocului precedent. Codarea se face utilizând Tabelul 5, în felul următor:

1. Se caută clasa din care face parte numărul (ex.: 9 → clasa 4)

2. Se numără al câtelea număr din clasă este, începând cu poziția 0, nu 1 (ex.: 9 este al 9-lea număr din clasă, considerând -7, primul număr, ca fiind pe poziția 0)

3. Codul = codul clasei urmat de poziția numărului în clasă, în baza 2. (ex: codul lui 9 este 11110 1001)

Coeficienții AC

Ordinea în care este parcursă matricea în vederea codificării coeficienților de tip AC se alege în aşa fel încât să se profite cât mai bine de distribuția valorilor coeficienților. Se urmăreşte gruparea valorilor nule în şiruri cât mai lungi, deoarece acest fapt permite o codare mai eficientă (compresie maximă).

Deoarece valorile diferite de zero sunt concentrate într-un colț al matricei, o parcurgere de tipul linie cu linie nu este eficientă. De aceea se preferă o parcurgere în zig-zag, ordinea de extragere a elementelor din matrice fiind prezentată în figura 4.

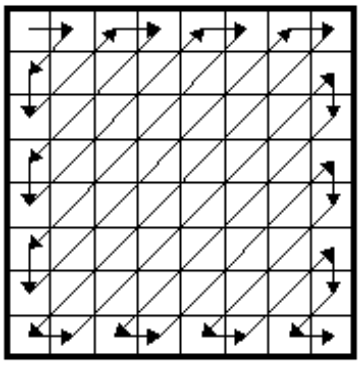


Fig. 4. Parcurgerea în zig zag a matricei coeficienților cuantizați

În acest fel, din reprezentarea bidimensională a coeficienților rezultă o reprezentare unidimensională a acestora.

În continuare, se asociază un cod combinației dintre numărul de valori nule (dacă există) care precede un element diferit de zero şi valoarea acestuia din urmă. Practic se codifică perechi (Număr de zerouri, Z – Valoare, x) în locul fiecărui coeficient în parte. În realitate, din considerente de reducere a numărului de combinații posibile, numărul de zerouri se limitează la 16. În cazul în care există mai mult de 16 elemente nule se emit coduri speciale (ZRL) care semnifică 16 zerouri care nu sunt urmate de un element diferit de zero. De exemplu, 18 zerouri urmate de un element cu valoarea -21 se vor coda printr-un ZRL urmat de codul corespunzător perechii (2,-21). De asemenea, în cazul în care dintr-un anumit punct al şirului până la sfârşitul acestuia nu mai există nici un element diferit de zero, se emite un alt cod special (EOB) în locul tuturor valorilor nule rămase.

În concluzie, pentru fiecare număr x, precedat de Z zerouri, care formează perechea (Z,x), codorul trebuie:

- să găsească numărul de zerouri consecutive Z, care îl preced;
- să determine linia *i* şi coloana C din Tabelul 5 corespunzătoare numărului;
- să identifice din Tabelul 6, după numărul Z şi clasa *i*, codul Huffman corespunzător perechii;
- la cuvântul de cod Huffman găsit se concatenează reprezentarea pe *i* biți a coloanei C.

Tab. 6. Codul Huffman corespunzător numărului de zerouri şi clasei

Run/ Category	Base Code	Length	Run/ Category	Base Code	Length
0/0	**1010 (= EOB)**	**4**			
0/1	00	3	8/1	11111010	9
0/2	01	4	8/2	111111111000000	17
0/3	100	6	8/3	1111111110110111	19
0/4	1011	8	8/4	1111111110111000	20
0/5	11010	10	8/5	1111111110111001	21
0/6	111000	12	8/6	1111111110111010	22
0/7	1111000	14	8/7	1111111110111011	23
0/8	1111110110	18	8/8	1111111110111100	24
0/9	1111111110000010	25	8/9	1111111110111101	25
0/A	1111111110000011	26	8/A	1111111110111110	26
1/1	1100	5	9/1	111111000	10
1/2	111001	8	9/2	1111111110111111	18
1/3	1111001	10	9/3	1111111111000000	19
1/4	111110110	13	9/4	1111111111000001	20
1/5	11111110110	16	9/5	1111111111000010	21
1/6	1111111110000100	22	9/6	1111111111000011	22
1/7	1111111110000101	23	9/7	1111111111000100	23
1/8	1111111110000110	24	9/8	1111111111000101	24
1/9	1111111110000111	25	9/9	1111111111000110	25
1/A	1111111110001000	26	9/A	1111111111000111	26
2/1	11011	6	A/1	111111001	10
2/2	11111000	10	A/2	1111111111001000	18
2/3	1111110111	13	A/3	1111111111001001	19
2/4	1111111110001001	20	A/4	1111111111001010	20
2/5	1111111110001010	21	A/5	1111111111001011	21
2/6	1111111110001011	22	A/6	1111111111001100	22
2/7	1111111110001100	23	A/7	1111111111001101	23
2/8	1111111110001101	24	A/8	1111111111001110	24
2/9	1111111110001110	25	A/9	1111111111001111	25
2/A	1111111110001111	26	A/A	1111111111010000	26
3/1	111010	7	B/1	111111010	10
3/2	111110111	11	B/2	1111111111010001	18
3/3	11111110111	14	B/3	1111111111010010	19
3/4	1111111110010000	20	B/4	1111111111010011	20
3/5	1111111110010001	21	B/5	1111111111010100	21
3/6	1111111110010010	22	B/6	1111111111010101	22
3/7	1111111110010011	23	B/7	1111111111010110	23
3/8	1111111110010100	24	B/8	1111111111010111	24
3/9	1111111110010101	25	B/9	1111111111011000	25
3/A	1111111110010110	26	B/A	1111111111011001	26
4/1	111011	7	C/1	1111111010	11
4/2	1111111000	12	C/2	1111111111011010	18
4/3	1111111110010111	19	C/3	1111111111011011	19
4/4	1111111110011000	20	C/4	1111111111011100	20
4/5	1111111110011001	21	C/5	1111111111011101	21
4/6	1111111110011010	22	C/6	1111111111011110	22
4/7	1111111110011011	23	C/7	1111111111011111	23
4/8	1111111110011100	24	C/8	1111111111100000	24
4/9	1111111110011101	25	C/9	1111111111100001	25
4/A	1111111110011110	26	C/A	1111111111100010	26

3.3. Decodarea

Lanțul de decodare JPEG este parcurs în ordine inversă codării. Astfel, imaginea compresată JPEG este întâi decodată. După decodarea entropică, se aplică decuantizarea, folosind aceiaşi coeficienți care au

fost folosiți şi la cuantizare, prezentați în Tabelele 3 a, b. În urma decuantizării se obțin coeficienții transformatei cosinus discrete, din Tabelul 7. Aceşti coeficienți sunt “trimişi” blocului de transformare cosinus discretă inversă, IDCT, care aplică transformarea dată de relația 2. Acestora li se adună 128 şi se obține blocul reconstruit prezentat în Tabelul 8. Calitatea acestei imagini depinde de numărul de coeficienți păstrați la codare.

Tab.7. Valorile coeficienților după decuantizare

32	11	0	0	0	0	0	0
-108	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Tab.8. Blocul reconstruit

123	122	122	121	120	120	119	119
121	121	121	120	119	118	118	118
121	121	120	119	119	118	117	117
124	124	123	122	122	121	120	120
130	130	129	129	128	128	128	127
141	141	140	140	139	138	138	137
152	152	151	151	150	149	149	148
159	159	158	157	157	156	155	155

Deşi reducerea este substanțială, de la 8 biți pe pixel la 3/8 biți pe pixel, reproducerea este remarcabil de apropiată de original.

Dacă se doreşte o reproducere cu acuratețe mai mare, se poate face acest lucru cu prețul creşterii ratei, micşorând mărimea pasului de cuantizare din tabelul de cuantizare. Acest lucru va determina o creştere a numărului de biți transmişi.

4. Echipamente utilizate

Calculator PC, mediu software specializat.

5. Rezultate aşteptate

După parcurgerea temei, studentul trebuie

- Să cunoască cele patru moduri principale de operare specificate de standardul JPEG;
- Pentru modul de bază, trebuie să cunoască rolul şi funcționarea blocurilor constituente ale codorului JPEG: Schema de principiu, Etapele codării, Decodarea.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Se vor folosi diverse matrice de compresie, în corelație cu tipul de imagine şi se vor evalua rezultatele compresiei, cantitativ, prin mărimi specifice (PSNR, factor de compresie). Se vor aprecia calitativ imaginile compresate, prin comparație cu imaginile originale.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 23

LP-23. Algoritmi de compresie video MPEG

1. Tema lucrării

Algoritmi de compresie video MPEG

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea îşi propune familiarizarea cu noțiunile de bază ale algoritmilor de compresie video, cu aplicații practice particularizate pe algoritmii MPEG-2 şi H.264/MPEG-4 AVC.

3. Descrierea lucrării de practică „Algoritmi de compresie video MPEG”

3.1. Noțiuni introductive

MPEG (**M**oving **P**ictures **E**xperts **G**roup) este un comitet internațional de standardizare, specializat în standardizarea compresiei datelor audio si video. Pornindu-se inițial de la metode de compresie video pentru rate de 1.2 MBps având ca mediu de stocare CD-ROM-ul, standardele MPEG sunt în prezent cele mai utilizate instrumente pentru compresia audio-video de înaltă calitate.

Cele mai importante aplicații care au condus la dezvoltarea standardelor de compresie MPEG sunt:

Capacitatea de stocare pe disk – MPEG 1 a fost standardul care a încercat sa rezolve problema compresiei audio-video, astfel încât să se poată folosi ca mediu de stocare CD-ROM-ul (rate de transfer de 1.2 MBps). După aceea au apărut alte medii de stocare. Discul optic DVD (Digital Versatil Disc – redenumire a mai vechiului Digital Video Disc) permite stocarea unei cantități mai mari de informație, la rate de transfer mult mai mari.

Transmisia semnalului video digital – spectrul electromagnetic disponibil pentru distribuția materialelor audio-video este limitat, deci este utilă implementarea şi dezvoltarea unor tehnologii de compresie pentru aplicațiile de transmisie digitale. Deja multe din țările lumii

folosesc transmisia video digitală, fie cea prin cablu (DVB-C), cea spațială (DVB-S) sau cea terestră (DVB-T).

Televiziunea de înalta definiție – HDTV (High Definition Television) – este aplicația similară televiziunii clasice care însă permite transmisia semnalului video la o calitate superioară. Folosirea tehnicilor de compresie a semnalului video face ca banda folosită de un canal HDTV să fie comparabilă cu cea folosită de televiziunea clasică.

Aplicații multimedia – dezvoltarea aplicațiilor multimedia folosind în special rețelele de comunicații s-a putut realiza numai prin folosirea compresiei datelor video digitale. Astfel, folosirea unui standard unic de compresie pentru secvențele video a putut face ca diverse aplicații multimedia să poată fi transmise pe diverse tipuri de rețele.

Unul dintre elementele principale în dezvoltarea unui standard este interoperabilitatea. Un standard bun este un standard care poate fi implementat în cât mai multe aplicații, indiferent de platforma sistem utilizată. Strategia folosită de către MPEG pentru standardizarea compresiei audio-video cuprinde următoarele **principii**:

1. ***Un stream MPEG*** – este un şir care respectă toate regulile sintactice si semantice date de MPEG;

2. ***Un codor MPEG*** – este acel codor care produce un stream MPEG;

3. ***Un decodor MPEG*** – este un decodor care decodează toate stream-urile MPEG;

4. ***Un codor MPEG bun*** – este un codor care generează un stream MPEG cu o rată de compresie cât mai ridicată;

5. ***Un decodor MPEG bun*** – este acel decodor care procesează în condiții bune datele audio-video la dispozitivele de redare, şi care poate corecta o parte din eventualele erori apărute în stream-ul MPEG

3.2. Componentele standardului MPEG-1 si MPEG-2

Standardele MPEG-1 si MPEG-2 sunt împărțite, conceptual, în câteva componente separate:

- Componenta “**system**” – descrie modalitățile în care diferitele tipuri de stream-uri (audio, video, sau date generice) sunt multiplexate şi sincronizate.

- Componenta “**Video**” – defineşte compresia datelor video

- Componenta “**Audio**” – defineşte compresia datelor audio.

3.3. Schema bloc

În Fig.1 şi Fig.2 sunt prezentate diagramele bloc ale codorului MPEG (a), respectiv decodorului MPEG Video (b).

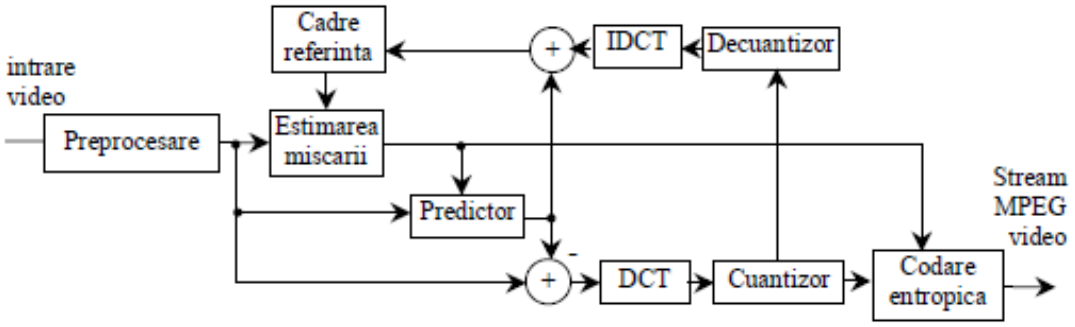


Fig.1. Schema bloc a codorului MPEG

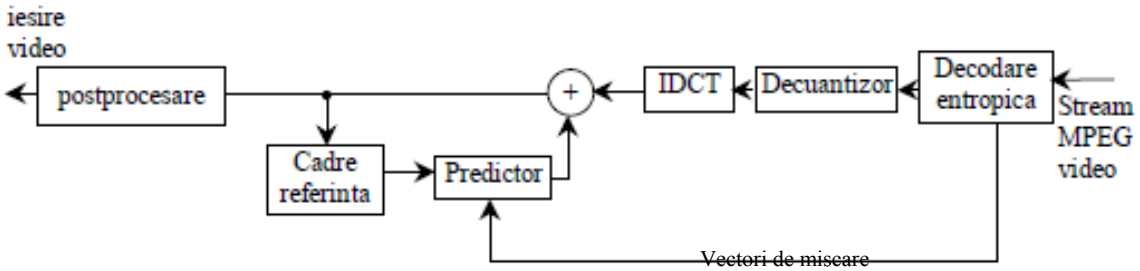


Fig.2. Schema bloc a decodorului MPEG

Aşa cum se poate observa din Fig.1, primul bloc din sistemul de codare este un bloc de ***preprocesare*** (interpolare şi filtrare), urmat de blocul de ***estimare a mişcării*** folosit pentru a determina *predictorul* imaginii (cadrului) curente din cadrele transmise anterior. Blocul de estimare a mişcării găseşte vectorii de mişcare, care reprezintă o parte de informație si sunt transmişi blocului de ***codare entropică***. Predictorul furnizează predicția cadrului curent, care este scăzută din cadrul curent, rezultând *eroarea de predicție* care este trimisă blocului ce efectuează ***transformata cosinus discretă, DCT***. Coeficienții DCT sunt cuantizați în blocul ***de cuantizare*** si apoi codați ***entropic*** pentru a putea fi

transmişi. Totodată, coeficienții cuantizați sunt folosiți pentru a reconstrui cadrele de referință, prin blocul de decuantizare, urmat apoi de blocul ***transformării cosinus discrete inverse IDCT***, şi adunarea cu eroarea de predicție. În felul acesta, cadrele de referință pentru predicție nu sunt cele originale, ci cadre identice cu cele obținute la decodare; în acest fel eroarea de cuantizare a cadrelor de referință este luată în considerare la codarea cadrelor următoare.

Decodorul MPEG video conține un bloc care realizează ***decodarea entropică***, urmat de blocul de ***decuantizare*** şi blocul transformării cosinus inverse ***IDCT***. Informația obținută la ieşirea acestui bloc este sumată cu cadrul de referință. La ieşirea sumatorului avem cadrul curent refăcut. Acesta este trecut în final printr-un bloc de ***postprocesare*** (interpolare şi filtrare).

3.4. Reprezentarea secvențelor video

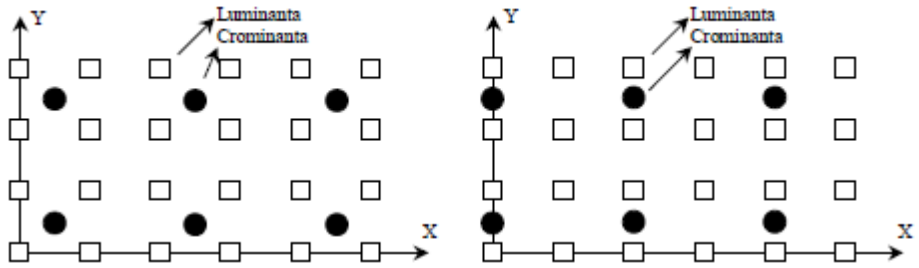
Secvențele video prelucrate în procesul de compresie MPEG se compun dintr-o succesiune de ***cadre*** şi ***câmpuri*** de *luminanță* si *crominanță*.

Reprezentarea pe cadre

Standardul MPEG-1 foloseşte doar reprezentarea pe cadre a semnalului video digital. Fiecare cadru constă din trei plane de pixeli, unul pentru *luminanță* (**Y**, alb-negru) şi celelalte doua pentru *crominanță* (câte unul pentru fiecare componenta **CR**, **CB**). Cele trei plane de pixeli se pot obține din semnalele primare R, G, B folosind acelaşi algoritm de descompunere ca şi în televiziunea clasica sau în standardul JPEG.

Pentru MPEG-1 cele doua plane de crominanță sunt eşantionate cu un factor egal cu 2 atât pe orizontală cât si pe verticală, relativ la planul de luminanță. Deoarece standardul MPEG-1 nu specifică modul de subeşantionare, se poate considera ca metoda implicita cea prezentata in figura 3 a).

Standardul MPEG-2 specifică subeşantionarea orizontală prescrisă de CCIR-601, ceea ce din punct de vedere spațial implică o reprezentare asemănătoare celei din figura 3 b).



a). b).

Fig.3. Subeşantionarea componentelor Y şi Cb,Cr: a). MPEG-1; b). MPEG-2

Reprezentarea pe câmpuri

Standardul MPEG-2 este optimizat pentru o serie largă de aplicații, incluzând cele care folosesc reprezentarea pe câmpuri.

Câmpurile sunt create prin divizarea fiecărui cadru în doua câmpuri (semicadre) întrețesute, ce conțin liniile (rândurile) pare, respectiv impare, dintr-un cadru. Câmpurile sunt întrețesute unul după altul şi se succed la intervale de timp egale cu durata unui cadru. Putem considera aşadar că un cadru este compus din două câmpuri.

3.5. Predicția

Blocul de predicție (temporală) exploatează redundanța care există între două cadre succesive dintr-o secvență video. De exemplu, putem avea o secvență video în care fundalul nu se modifică, modificându-se doar poziția anumitor obiecte din prim-plan. În acest caz, prin aplicarea unui simplu algoritm de codare DPCM (Differential Pulse Code Modulation) se poate obține un grad mare de compresie. Acest algoritm de predicție foloseşte cadrul anterior ca predictor pentru cadrul curent, codându-se numai diferența dintre cele două.

Totuşi există şi secvențe video în care întregul conținut al imaginii se modifică de la un cadru la altul. În astfel de cazuri se poate aplica un algoritm de estimare a mişcării obiectelor, care să poată fi folosit pentru predicția imaginii curente.

Nu întotdeauna algoritmul de estimare a mişcării folosit pentru predicția cadrului curent este eficient. Spre exemplu, va fi greu să

determinăm particularitățile de mişcare în cazul în care o imagine este apropiată/îndepărtată (zoom).

Compensarea mişcării

Modelul de mişcare folosit în standardul MPEG este cel al translației blocurilor de pixeli. Pentru simplitate s-a ales dimensiunea blocului ca fiind 16x16 pixeli pentru componenta de luminanță şi 8x8 pixeli (datorită subeşantionării cu 2) pentru componentele de crominanță. "Reuniunea" dintre un bloc de 16x16 pixeli din planul de luminanță şi blocurile de 8x8 pixeli corespunzătoare din planurile de crominanță formează un **macrobloc**.

Compensarea mişcării, pentru fiecare macrobloc din cadrul curent, constă în determinarea offset-ului spațial al acestuia față de macroblocul cel mai similar din cadrul de referință. În felul acesta macroblocul curent poate fi „prezis” din macroblocul din cadrul de referință, cu o anumită eroare de predicție care va fi codată. Offset-ul se numeşte ***vector de mişcare***. Odată găsit blocul de referință pentru fiecare bloc din cadrul curent, diferenței dintre acestea (eroarea de predicție) i se aplică DCT şi cuantizarea, apoi informația este transmisă împreună cu vectorii de mişcare către blocul de codare.

Vectorul de mişcare obținut se transmite în mod direct pentru a determina predictorul blocului de luminanță. Pentru a determina predictorii blocurilor de crominanță vectorii sunt scalați la jumătate (datorita subeşantionarii inițiale) pe ambele direcții (verticală şi orizontală).

Procesul de determinare a vectorilor de mişcare implică găsirea, pentru fiecare bloc din cadrul curent, a celui mai similar bloc din cadrul de referință. Acest proces este cel mai complex din lanțul de prelucrare MPEG, însă conduce la obținerea celei mai mari compresii a secvenței video. Exista mai multe metode de găsire a vectorului de mişcare dintr-o arie de căutare prestabilită. În practică, cel mai folosit criteriu de similaritate între două blocuri este eroarea medie absolută (MAE – Mean absolute error).

Dintre algoritmii de estimare a mişcării, cel mai folosit în practică este *algoritmul de căutare piramidal* pentru o arie de căutare de 32x32

blocuri. Utilizarea unei astfel de dimensiuni pentru aria de căutare reprezintă un compromis între ***precizia estimării*** (care este cu atât mai exactă cu cât aria de căutare este mai mare, întrucât sunt şanse mai mari de a găsi un bloc mai bun) şi ***rata de bit*** necesară transmiterii vectorilor de mişcare. În afară de algoritmul piramidal se mai pot folosi şi alți algoritmi de mişcare, cum ar fi algoritmul de cautare bidimensional logaritmic, algoritmul de cautare exhaustivă, algoritmul de căutare pe direcții conjugate, algoritmul de căutare paralel.

3.6. Tipuri de cadre

Una din principalele probleme într-o secvență video o reprezintă accesul aleator la cadre. Accesul aleator la un cadru este destul de dificil de realizat în cazul unei secvențe de cadre care foloseşte compensarea mişcării, întrucât pentru un cadru se codează numai diferențele fată de cadrul anterior, astfel încât pentru reconstrucția unui cadru este necesară reconstrucția cadrului anterior, şi tot aşa. Deci, pentru a putea accesa un cadru trebuie decodată întreaga secvență de imagini. Totodată, în cazul apariției unei erori în transmisie, cadrul nu mai poate fi refăcut cu exactitate, iar eroarea se propagă în tot lanțul de cadre. Pentru a înlătura aceste neajunsuri, unele dintre cadre sunt codate fără a se folosi compensarea mişcării. Acest lucru conduce la o rată de bit mai mare pentru cadrele respective, dar permite decodorului să se resincronizeze în acel punct. De asemenea, o eroare nu se propagă decât până la cadrul de acest fel următor.

De exemplu, daca vrem sa vizualizăm cadrul 53 dintr-o secvență şi ştim că fiecare al zecelea cadru, pornind de la zero, este codat fără predicție, atunci se decodează direct cadrul 50, urmat de decodarea cadrelor 51, 52 şi respectiv 53. În felul acesta, pentru a accesa un cadru va trebui să decodăm cel mult 10 cadre. Pentru a implementa acest concept, standardul MPEG a definit trei tipuri de cadre:

- cadre de tip **I:** cadre ce se codează fără a folosi tehnica de predicție (compensarea mişcării). Practic, aceste cadre se codează asemănător cu o imagine statică codata JPEG.

- cadre de tip **P**: cadre codate cu predicție, folosind drept cadru de referință un cadru I sau P precedent.

- cadre de tip **B:** cadre codate cu predicție, folosind două cadre de referință, de tip I sau P, unul situat înaintea sa şi unul după (ca timp). Din această cauză, ordinea codării cadrelor în secvența binară finală nu va corespunde neapărat ordinii temporale a cadrelor, întrucât un cadru B este codat după ambele cadre de referință, cu toate că unul dintre acestea îi succede temporal.

În standardul MPEG-2, cadrele de tip B nu pot fi folosite drept cadre de referință pentru alte cadre, de aceea pot fi cuantizate mai puternic. În standardele mai noi (MPEG-4), această interdicție lipseşte.

În fig. 4 este prezentată o succesiune de cadre dintr-o secvență video şi tipul fiecărui cadru în parte. Cadrele de tip I şi P se mai numesc cadre ancoră, deoarece ele vor fi folosite ca şi cadre de referință pentru predicția celorlalte tipuri de cadre.

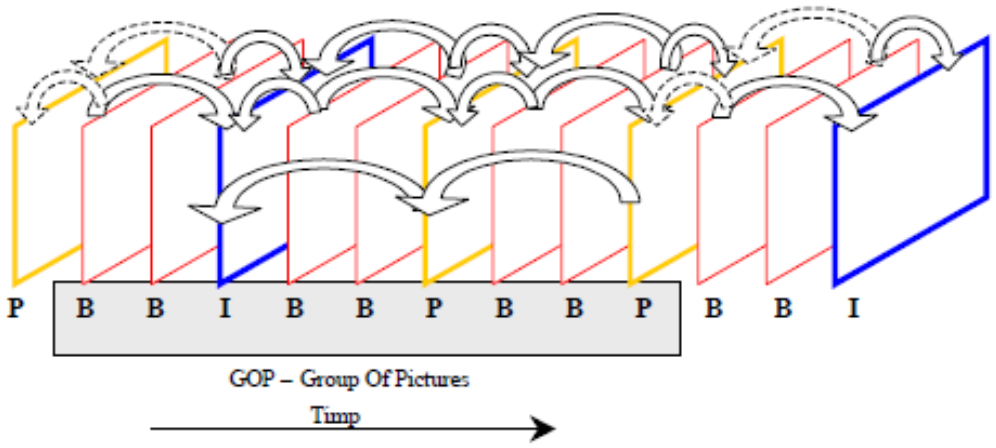


Fig.4. Cadre I, P şi B şi cadrele lor de referință

Afişarea şi ordinea de transmisie

Aşa cum se observă din fig. 4, pentru a putea reface cadrele de tip P şi B avem nevoie de cadrele de referință corespunzătoare. Pentru a nu stoca informația în mod neeficient la decodor, ordinea de transmisie a cadrelor MPEG va fi diferită de ordinea temporală, astfel încât orice cadru recepționat să poată fi imediat decodat şi afişat.

În Tabelul 1 este exemplificată ordinea de transmisie a cadrelor MPEG si ordinea de decodare a acestora.

Putem defini aici termenul de GOP – Group of Pictures – ca fiind o secvență continuă de cadre care începe cu un cadru de tip I şi se

termină înaintea următorului cadru de tip I. Aceasta definiție este aplicabilă pentru ordinea cadrelor în bit-stream-ul de ieşire (codat). În exemplul dat in fig. 4, GOP conține o configurație de 2 cadre B între doua cadre ancoră (I,P) şi două cadre P. Această configurație poate fi însa realizată şi cu mai multe cadre B şi/sau P. Evident, la afişare ordinea este cu totul alta, după cum se exemplifică în tabelul următor.

Tab. 1

Timp	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ordinea la codare	P_{-3}	B_{-2}	B_{-1}	I_0	B_1	B_2	P_3	B_4	B_5	P_6	B_7	B_8	I_9
Ordinea la transmisie	…	…	…	I_0	B_{-2}	B_{-1}	P_3	B_1	B_2	P_6	B_4	B_5	I_9
Memorie decodare 1	…	…	…	P_{-3}	P_{-3}	P_{-3}	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	P_3	I_9
Memorie decodare 2	…	…	…	I_0	I_0	I_0	I_0	I_0	I_0	P_6	P_6	P_6	P_6
Ordinea de afisare	…	…	…	P_{-3}	B_{-2}	B_{-1}	I_0	B_1	B_2	P_3	B_4	B_5	P_6

Pentru refacerea primelor doua cadre de tip B dintr-un GOP (în cazul nostru B-2, respectiv B-1) este nevoie atât de cadrul I care urmează cât şi de cadrul P anterior, aflat în GOP-ul precedent. Deci dacă am dori să începem decodarea de la începutul unui GOP, adică cu cadrul I_0, atunci cadrele B_{-2}, B_{-1} nu ar putea fi decodate corect, lipsind cadrul P_{-3}. Altfel spus, toate cadrele B care preced un cadru de tip I dintr-un GOP nu vor putea folosi ca ancoră un cadru dintr-un GOP anterior (în cazul nostru cadrul P_{-3}) (săgeți punctate, fig. 3). În cazul în care cadrele de tip B dintr-un GOP folosesc drept cadre de referință numai cadre din acelaşi GOP, spunem că este vorba de un GOP închis.

Pornind de la definirea tipurilor de cadre, se poate stabili numărul biților folosiți pentru reprezentarea fiecărui tip de cadru. Având în vedere faptul că imaginile de tip B nu vor mai fi folosite pentru predicția altor imagini, acesta vor putea fi cuantizate mai puternic. Nu acelaşi lucru se întâmplă pentru cadrele I şi P, care sunt folosite drept cadre de referință, şi deci necesită o calitate superioară pentru menținerea detaliilor imaginii. S-a stabilit că un raport de 5:3:1 pentru reprezentarea cadrelor I, P, respectiv, B este în general satisfăcătoare, dar acest raport poate fi modificat la codare în funcție de dinamica secvenței video.

3.7. Transformarea cosinus discretă (DCT)

După compensarea mişcării, eroarea de predicție este transformată folosind transformata cosinus discretă (DCT – Discrete Cosine Transform). Pentru a aplica DCT, macroblocul este împărțit în 6 blocuri de 8x8 pixeli, 4 corespunzătoare planului de luminanță, şi câte unul pentru fiecare componentă de crominanță, DCT aplicându-se pe fiecare bloc în parte.

3.8. Cuantizarea

Coeficienții obținuți în urma DCT sunt cuantizați folosind matricele de cuantizare prezentate mai jos, ca şi în compresia JPEG. În urma cuantizării, coeficienții de valori neglijabile vor fi practic eliminați. Se poate observa în Tabelul 2 că primul element (stânga-sus) nu are valoare de cuantizare. Acest element corespunde cu coeficientul DC din matricea coeficienților DCT; acest coeficient nu se cuantizează, fiind cel mai important din punct de vedere al calității vizuale.

Tab. 2 Matrice de cuantizare pentru cadre fără predicție şi pentru cadre cu predicție

*	16	19	22	26	27	29	34
16	16	22	24	27	29	34	37
19	22	26	27	29	34	34	38
22	22	26	27	29	34	37	40
22	26	27	29	32	35	40	48
26	27	29	32	35	40	48	58
26	27	29	34	38	46	56	69
27	29	35	38	46	56	69	83

16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16
16	16	16	16	16	16	16	16

3.9. Codarea entropică

Atât coeficienții cuantizați, cât şi celelalte tipuri de informații (tipul de predicție, vectorii de mişcare etc.) sunt codați entropic pentru a se obține o rată de bit cât mai mică. Procesul codării entropice conține trei etape:

- conversia bidimensională la domeniul unidimensional

- codarea secvențelor (codarea RLC)

- codarea Huffman

Acest proces este perfect similar celui de la compresia JPEG a imaginilor.

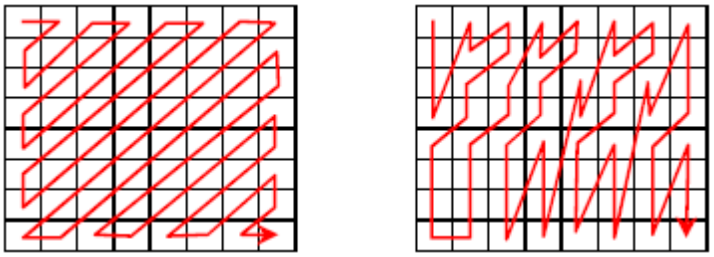
Conversia 2D - > 1D

După cuantizare, o mare parte din coeficienții DCT corespunzători frecvențelor ridicate vor avea valoarea zero. Se pot folosi doua tehnici de conversie:

- scanarea zig-zag (utilizata atât pentru MPEG-1 cât si pentru MPEG-2)

- scanarea verticala (utilizata în MPEG-2 – este mai eficientă pentru cazul în care se foloseşte reprezentarea pe câmpuri).

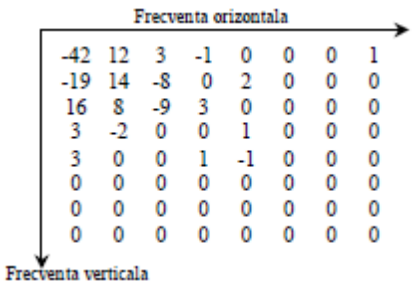
În figura 5 sunt prezentate traiectoriile folosite pentru conversia unidimensională a blocului de 8x8 coeficienți cuantizați.



a). b).

Fig. 5. Conversii unidimensionale: a) scanare în zigzag; b) scanare verticală

De exemplu, presupunem că în urma cuantizării coeficienților a rezultat matricea



Dacă aplicăm scanarea zig-zag pentru exemplul de mai sus obținem secvența: -42 12 –19 16 14 3 –1 –8 8 3 3 –2 –9 0 0 0 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 –1 0 … 0

Codare secvențelor

După conversia 2D->1D se obține un vector unidimensional de dimensiune 64. Acest vector este trimis blocului de codare a secvențelor de zero. Secvența se defineşte ca fiind un număr de zerouri urmate de un singur coeficient nenul. Fiecare astfel de pereche obținută va fi reprezentată de un cod Huffman modificat. Dacă se codează secvența care se obține după scanarea zig-zag a coeficienților din exemplul nostru, obținem codul RLC:

(0, -42), (0, 12), (0, -19), (0, 16), (0, 14), (0, 3), (0,-1), (0,-8), (0, 8), (0,3), (0,3), (0,-2), (0,-9), (3,2), (0,3), (10, 1), (2,1), (0,1), (6, -1),(EOB).

Simbolul (EOB) semnifică faptul că nu mai există coeficienți nenuli de la acel punct încolo.

Codarea Huffman

Se ştie faptul că codarea Huffman realizează o codare entropică optimală pentru un alfabet dat. Totuşi, în cazul în care alfabetul este prea mare, este prea costisitoare implementarea unui astfel de algoritm. Pentru a folosi însa avantajele oferite de acest mod de codare s-a dezvoltat un algoritm de codare Huffman modificat. Acest algoritm foloseşte codarea Huffman clasică pentru un număr (relativ mic) de simboluri (**simboluri de categoria I**) care au ce mai mare probabilitate de apariție. Celelalte simboluri (**simboluri de categoria II-a**) sunt codate cu prefix, adică un astfel de simbol se codează trimițând prefixul, urmat de simbolul explicit. Introducerea codului de prefix va creste rata de bit a codului, dar dacă probabilitatea de apariție a acestor simboluri este suficient de mică atunci această creştere este nesemnificativă.

4. Echipamente utilizate

Calculator PC, mediu software specializat.

5. Rezultate aşteptate

- Să cunoască algoritmii MPEG-2 şi H.264/MPEG-4 AVC şi setările implicite ale parametrilor acestor standarde.
- Să cunoască etapele compresiei video şi să seteze parametrii codoarelor în funcție de aplicația concretă.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Să cunoască algoritmii MPEG-2 şi H.264/MPEG-4 AVC şi setările implicite ale parametrilor acestor standarde. Să cunoască etapele compresiei video şi să seteze parametrii codoarelor în funcție de aplicația concretă. Să folosească standardele de compresie MPEG-2 şi H.264/MPEG-4 AVC şi să calculeze varianța erorii de predicție la modificarea parametrilor acestora. În funcție de cerințele de calitate video şi de lățimea de bandă, să aleagă metoda şi dimensiunea potrivită a blocurilor pentru diverse aplicații: teleconferință video, filme, animații de mare viteză generate pe calculator.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 24

LP-24. DVB - digital video broadcasting. Prezentare generala

1. Tema lucrării

DVB - Digital Video Broadcasting. Prezentare generală

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal familiarizarea cu principiile sistemului de transmisie şi recepție a serviciilor media, DVB, pentru transmisiunea prin satelit, cablu, dar şi terestră.

3. Descrierea lucrării de practică: „DVB - Digital Video Broadcasting. Prezentare generală"

3.1.Conceptul DVB

Uniunea Europeană a stabilit anul 2012 pentru transferul complet analogic-digital privind radiodifuziunea. Ca urmare, țările europene, şi nu numai, s-au îndreptat către unul din standardele televiziunii digitale existente. Cel mai popular dintre acestea este sistemul DVB (Digital Video Broadcasting), care s-a impus la nivel global în Europa, Australia, Africa şi părți ale Americii de Sud.

Proiectul DVB este o alianță formată din 200-300 de companii, şi are ca scop realizarea unui sistem interoperabil de standarde privind transmisia şi recepția serviciilor media. Soluțiile DVB se referă la transmisiunea prin satelit, cablu, dar şi terestră:

- DVB-S (**D**igital **V**ideo **B**roadcasting – **S**atellite) la baza căruia stă documentul ETSI EN 300 421, conceput pentru mediul de distribuție satelitar.
- DVB-C (**D**igital **V**ideo **B**roadcasting – **C**able) având la bază documentul ETSI EN 300 429, conceput pentru transmisiunile realizate prin cablu.
- DVB-T (**D**igital **V**ideo **B**roadcasting – **T**erestrial) specificat în seria de documente ETSI EN 300 744, conceput pentru mediul de difuziune terestru.

Lansat în 1993, proiectul DVB şi-a demonstrat abilitatea de a lansa pe piață standarde viabile şi competitive. Inițial, conceptul a avut origini europene, pentru ca apoi să fie adoptat la nivel global. În decursul implementării sale pe plan european, în paralel, în Statele Unite ale Americii s-a dezvoltat un sistem concurent sub numele de ATSC. Japonia a lansat la rândul ei un proiect pentru radiodifuziunea digitală numit ISDB. Cu toate acestea, curentul DVB a luat amploare, atrăgând tot mai multe țări ca membre ale proiectului. În prezent, el numără 40 de țări afiliate, printre care şi România, nu mai puțin de 120 de milioane receptoare DVB fiind folosite la nivel global.

Cheia succesului DVB a constituit-o flexibilitatea şi interoperabilitatea oferite de rețelele proiectate. Concepute cu o structură comună împinsă la maximum, sistemele de transmisie create asigură trecerea fără efort a semnalului de la un mediu de transmisie la altul. În aceste condiții, proiectul DVB s-a dovedit a fi mai mult decât un simplu înlocuitor al vechilor sisteme de transmisiune analogică. În primul rând, sistemele dezvoltate asigură o calitate superioară a serviciilor media, cu posibilitatea de a recepționa imagini atât în formatul standard (SDTV), cât şi în formatul de înaltă definiție (HDTV). Pot fi efectuate transmisii folosind raportul de dimensionare standard al imaginii (4/3) sau cel de ecran lat (16/9), în condițiile unei sonorizări mono, stereo sau multipunct. Este de asemenea deschisă posibilitatea introducerii unei game variate de noi servicii interactive sau de tip multimedia .

3.2. Descrierea unei rețele DVB

Una din principalele preocupări ale proiectului DVB a fost aceea de a crea un nucleu interoperabil de sisteme de transmisie, în care semnalele TV să fie trecute relativ uşor de la un mediu de transmisiune la altul. Pentru ca această inter-comunicare să fie posibilă, sistemele folosesc, indiferent de mediu, un “purtător” comun al informațiilor – pachetul MPEG2.

MPEG este acronimul pentru Moving Picture Experts Group, reprezentând o familie de standarde dezvoltate pentru codarea şi compresia semnalelor audio si video (AV). Generatia a doua de standard, MPEG2, este dedicată codării audio şi video pentru semnalele de radiodifuziune. Sistemelele DVB presupun procesarea informației

conținute în fluxul MPEG2 recepționat, în scopul adaptării semnalului la mediul de transmisiune folosit (cablu, satelit, terestru).

Din aceste considerente, rețeaua de distribuție DVB are o structură generală, indiferent de sistemul folosit (DVB-S, DVB-C sau DVB-T). O astfel de rețea este prezentată în figura 1.

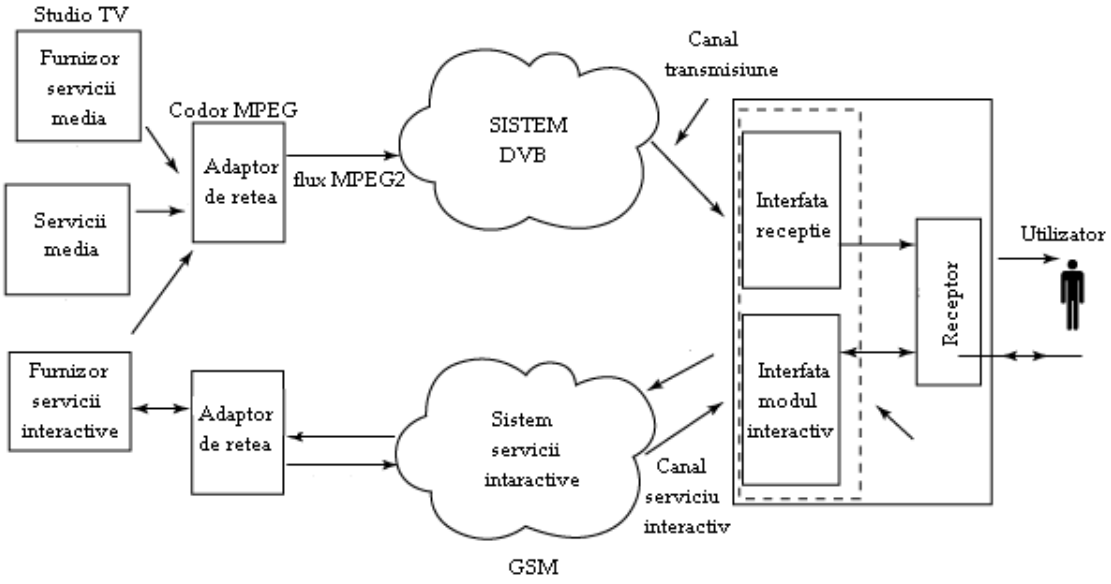


Fig.1. Rețea de distribuție DVB

Practic, rețeaua descrisă înglobează două părți, una a transmisiunii serviciilor TV propriu-zise şi alta a furnizării serviciilor interactive ce vor fi integrate în fluxul DVB. Partea a doua este specifică unor sisteme DVB dezvoltate recent, cum ar fi sistemul DVB-H. În aces caz, receptorul permite coabitarea interfețelor cu două sisteme de comunicații diferite, sistemul DVB, şi un al doilea sistem ales spre exemplificare drept GSM.

Astfel, într-o primă etapă, semnalele TV video şi audio furnizate de studiourile de televiziune ajung la punctul de adaptare al fluxului MPEG. Aici, după codarea, compresia şi multiplexarea semnalelor TV cu serviciile media şi eventualele servicii interactive, ia naştere fluxul MPEG2. Acesta este preluat de sistemul DVB propriu-zis şi procesat în funcție de mediul folosit pentru propagare. După transmisie, semnalul este captat de interfața de recepție, demodulat şi transmis utilizatorului prin teminalul media utilizat (televizor, telefon mobil, PDA etc)

Particularitățile rețelei descrise sunt date de tipul sistemului DVB folosit. Principalele sisteme DVB prezente în aplicațiile media de actualitate vor fi enumerate în continuare.

3.2.1.Sistemul DVB-S

Sistemul **DVB-S** a fost primul sistem dezvoltat de DVB, specificațiile sale apărând o dată cu lansarea proiectului, în 1993. Datorită posibilității recepționării independente de locație, este în prezent sistemul DVB care a

atras cei mai mulți utilizatori.

Specificațiile standardului dezvoltat descriu diferite mijloace de codare pentru protecția împotriva erorilor, tehnici utilizate şi de sistemele DVB apărute ulterior. Codarea de tip bloc Reed-Solomon, codarea convoluțională (FEC), precum şi tehnicile de întrețesere reprezintă elemente de bază ale standardului de transmisie terestră. Particularitatea sistemului conceput pentru transmisie satelitară o constituie folosirea unui singur tip de modulație digitală, QPSK. Configurația folosită permite o transmisiune având rata utilă între 18.7 si 68 Mbps.

Un nou sistem de distribuție satelitară, **DVB-S2** este desemnat să înlocuiască în totalitate vechiul DVB-S în următorii 15 ani. În cadrul DVB-S2 sunt folosite noi tehnici de modulație şi de codare pentru o creştere a robusteții şi a capacității de transmisie. Utilizarea modulației QPSK asigură compatibilitatea cu vechiul sistem, în timp ce nou introdusele 8-PSK sau chiar 16-APSK (pentru aplicații profesionale) vizează o creştere a ratei utile. Pentru protecția la erori este folosit un cod turbo. Principala aplicație a sistemului DVB-S2 o reprezintă distribuția semnalelor TV având format de înaltă definiție (HDTV)

3.2.2.Sistemul DVB-C

Sistemul **DVB-C**, a fost specificat complet în 1994 şi dezvoltat pentru rețelele digitale cablate. Tehnicile de codare împotriva erorilor au fost preluate de la sistemul DVB-S, modificări apărând la nivelul modulației digitale folosite. Folosirea uneia din modulațiile 16QAM,

32QAM, 64QAM, 128QAM sau 256 QAM precum şi alegerea ratei interne de codare asigură o rată utilă între 6.41 şi 64.11Mbps.

3.2.3.Sistemul DVB-T

Specificațiile sistemului **DVB-T** au fost standardizate într-o primă ediție în anul 1997. Dintre toate sistemele prezentate până acum, tehnica de prelucrare a semnalului DVB-T este cea mai complexă. Aceasta deoarece şi mediul de transmisiune este cel mai ostil (mediul terestru), transmisia trebuind să se confrunte cu problemele specifice ale propagării pe căi multiple.

În prezent, standardul referitor la mijloacele de propagare terestre, **DVB-T**, a căpătat o importanță deosebită din punct de vedere al țintei comerciale vizate. Astfel, sistemul de difuziune construit în jurul său se adresează unei plaje însemnate a consumatorilor care încă folosesc vechile mijloace analogice de recepție TV. De aceea, principala constrângere a noului sistem a constituit-o necesitatea unei compatibilități perfecte cu vechile standarde TV analogice (PAL, NTSC, SECAM). Recepția presupune folosirea unei antene simple, nedirective, fiind necesară numai achiziționarea unui receptor capabil să decodeze şi să demoduleze semnalul TV.

Conceptul **DVB-T** presupune trecerea de la sistemul de difuziune terestră complet analogică la un sistem realizat cu tehnici de codare şi modulație digitală avansate. De aici şi avantajele majore pe care le aduce:

-o mai bună calitate a imaginii şi a sunetului;

-o mai bună compresie a datelor, ceea ce permite transmiterea a 4-5 programe în banda oferită de un canal TV analogic;

-posibilitatea trecerii la standardul de înaltă definiție HDTV;

-oferă suport fizic pentru implementarea unor sisteme noi de radiocomunicații (DVB-H).

În primul rând, sistemul se remarcă prin flexibilatate în ceea ce priveşte adaptarea la caracteristicile mediului local de transmisiune. Prin alegerea tipului de modulație şi a ratei de codare interne, se asigură

compromisul între o transmisiune robustă şi o rată de bit foarte mare. Această rată de bit se traduce prin transmiterea a până la 5 programe SDTV în banda canalului TV analogic. În acelaşi timp, apare posibilitatea difuzării terestre a unui program TV de înaltă definiție- HDTV. Raza de acoperire a unui transmițător DVB-T poate varia între 60km şi 100km, difuziunea fiind de natură celulară. Tehnica OFDM folosită în modulația DVB permite implementarea unui sistem cu un grad al refolosirii frecvențelor de 1, denumit SFN (Single Frequency Network), în care antena de recepție poate capta semnalele a două transmițătoare apropiate, sincronizate, ce operează pe aceeaşi frecvența. O descriere intuitivă a unui astfel de sistem e dată de figura 2.

Dincolo de avantajele resimțite de utilizator, sistemul DVB-T se remarcă şi printr-o utilizare eficientă a spectrului şi a puterii radiate. În plus, el reprezintă suportul fizic pentu implementarea unui nou sistem de difuziune a serviciilor media, destinat terminalelor portabile.

3.2.4.Sistemul DVB-H

DVB-H (Digital Video Broadcasting - Handheld), încapsulează în fluxul DVB-T date de tip IP, destinate exclusiv receptoarelor mobile, portabile, de tip telefon mobil, PDA sau laptop. Schema bloc a sistemului DVB-H este dată în figura 3. Modificările asupra rețelei DVB-T sunt practic minime, urmărindu-se doar asigurarea recepției în condițiile unei mobilități sporite. Completările importante se fac în afara lanțului DVB-T, permițând interfațarea cu noile receptoare portabile.

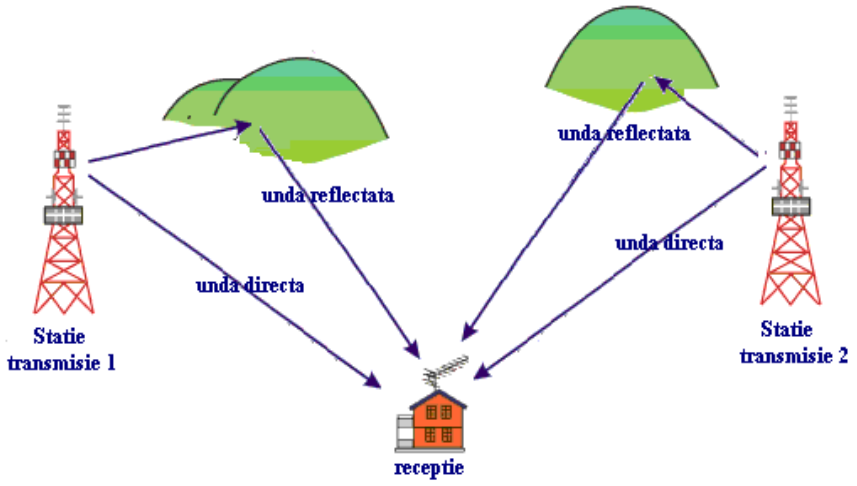


Fig. 2. Funcționarea sistemului SFN

Sistemul **DVB-T** şi-a demonstrat încă de la început capacitatea de a servi terminale fixe, portabile, dar şi terminale mobile. Cu toate acestea, utilizarea sa într-un mediu în mişcare implică apariția unor probleme. Principala problemă era legată de particularitățile receptorului, în general dotat cu o baterie de capacitate mică. Prin urmare, consumul în timpul accesării unui serviciu media trebuia minimizat. În al doilea rând, era de dorit ca transferul între două transmițătoare să fie insesizabil pentru utilizator. Nu în ultimul rând, trebuia imaginat un sistem de difuziune suficient de flexibil pentru a putea permite recepția pentru diverse viteze de deplasare, optimizând totodată aria de acoperire a unui transmițător.

Răspunsul pentru aceste probleme generate de mediul portabil au fost găsite prin modificarea sistemului DVB-T, deja implementat pe o arie largă la nivel global.

Modificările asupra nivelului fizic al sistemului DVB au fost minore. În principiu, ele s-au redus la adăugarea unui nou mod de lucru, menit să realizeze un compromis între recepția în condiții de mobilitate şi aria de acoperire a unei celule. Cele mai importante modificări s-au produs la nivelul de date, unde informația de tip IP trebuia încapsulată în formatul MPEG2. Alături de mecanismul propriu-zis de încapsulare, un nou cod pentru protecția împotriva erorilor s-a implementat la nivelul fluxului IP. Acesta foloseşte o codare Reed Solomon, fiind capabil să corecteze până la 32 de octeți eronați din 255.

Cheia rezolvării principalelor probleme induse de mediul portabil a reprezentat-o implementarea unui mecanism de multiplexare în timp a serviciilor media *(time slicing*). Pe durata sloturilor temporale alocate serviciilor de care nu este interesat, receptorul opreşte partea de radio-frecvență şi demodulatorul. Se creează astfel premiza unei reduceri cu până la 90% a consumului de putere, totodată deschizându-se şi posibilitatea transferului către un alt transmițător în cazul unei recepții slabe.

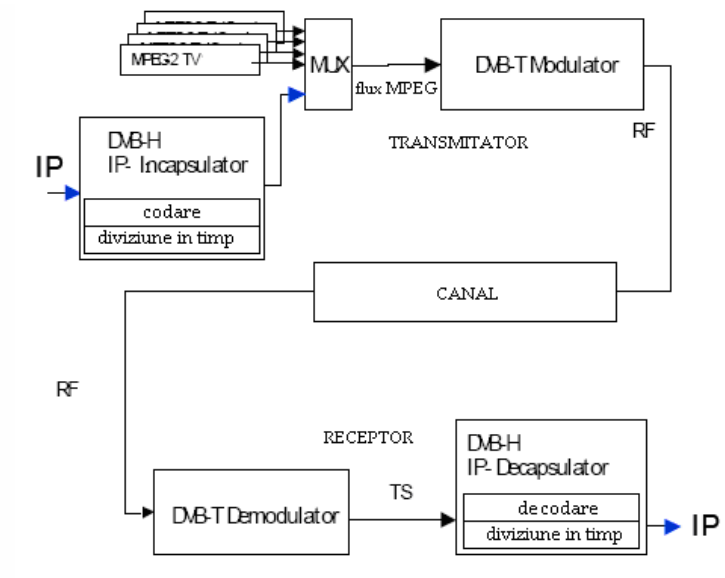


Fig. 3. Schema bloc a sistemului DVB-H

4. Echipamente utilizate

Echipamentele de distribuție din studio.

5. Rezultate aşteptate

Cunoaşterea conceptului DVB şi caracterizarea comparativă a sistemelor pentru satelit, cablu şi terestru.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Cunoaşterea conceptului DVB şi caracterizarea comparativă a sistemelor DVB-S, DVB-C, DVB-T, DVB-H, pentru satelit, cablu şi terestru. Cunoaşterea structurii generale a rețelei de distribuție DVB, indiferent de sistemul folosit (DVB-S, DVB-C sau DVB-T).

LUCRARE PRACTICĂ NR. 25

LP-25. Standardul DVB-T

1. Tema lucrării

Standardul DVB-T

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea are ca obiectiv principal cunoaşterea sistemului DVB-T care asigură standardizarea mijloacelor prin care semnalul video, audio şi de date, codat digital, este transmis prin intermediul vechilor rețele analogice de difuziune.

3. Descrierea lucrării de practică:"Standardul DVB-T"

3.1. Descriere de ansamblu

Sistemul DVB-T îşi propune standardizarea mijloacelor prin care semnalul video, audio şi de date, codat digital, este transmis prin intermediul vechilor rețele analogice de difuziune. Lanțul de transmisie DVB-T este alcătuit din codorul MPEG2, interfața ASI, modulatorul DVB, unitatea de prelucrare în frecvență intermediară şi radiofrecvență, dar şi din blocul de control al întregului sistem.

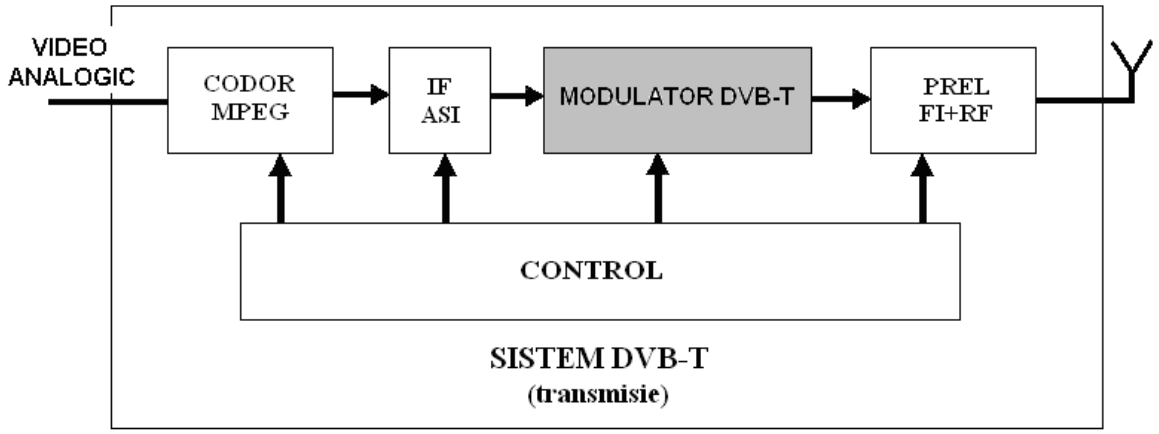


Fig. 1. Sistemul DVB-T

Semnalul analogic oferit de studiourile TV este într-o prima etapă codat digital, tehnica sofisticată folosită de codorul MPEG2 permițând obținerea unei rate mari de compresie. Interfața ASI este puntea de legatură cu blocul următor, modulatorul DVB-T. Rolul acestuia este de a împacheta informația digitală MPEG2 într-un semnal adaptat caracteristicilor mediului de transmisie. Prin prelucrarea în frecvență intermediară şi radiofrecvență, după conversia analogică, spectrul semnalului este translat în banda de frecvențe alocată de autoritățile locale. Sistemul de control este organismul ce coordonează întregul proces de transmisie din punct de vedere al sincronizării şi al parametrilor de configurare.

Modulatorul DVB-T este un coprocesor dedicat conversiei semnalului digital MPEG2 într-un semnal modulat COFDM (Coded Orthogonal Frequency-Division Multiplexing). Acest ultim termen sintetizează tocmai modul de funcționare al modulatorului: folosirea tehnicii de multiplexare cu diviziune ortogonală a frecvenței, precedată de un algoritm de codare pentru protecția împotriva erorilor.

3.1.1. Nivelul de control

Întreaga activitate a sistemului DVB-T este guvernată de o entitate superioară de control. Aceasta este responsabilă cu transmiterea parametrilor de configurație ai sistemului, dar şi de sincronizarea diverselor procese ale lanțului de transmisie. De exemplu, într-o rețea DVB-T ce foloseşte o singură frecvență (SFN), sincronizarea tuturor transmițătoarelor fiind vitală, nivelul de control asigură existența unui singur ceas corespunzător întregii rețele, sincronizarea efectivă realizându-se prin mijloace moderne, cum ar fi transmisia satelitară de tip GPS.

Din perspectiva blocului modulator, sistemul de control asigură atât referința de timp cât şi informațiile de configurare internă. Sunt furnizate date privind orice parametru reconfigurabil în general, printre aceştia numărându-se modulația digitală folosită, ratele de codare, intervalul de gardă sau numărul de subpurtătoare. În acelaşi timp, nivelul de control este responsabil cu preluarea mesajelor de eroare ce pot apărea în desfăşurarea procesului.

3.1.2.Nivelul fizic

3.1.2.1. Prelucrarea digitală

Lanțul de transmisie DVB-T reprezintă blocul funcțional de echipamente ce realizează adaptarea semnalului audio/video la caracteristicile canalului TV. Schema generală a sistemului DVB-T este prezentată în figura 2. Este inclus şi codorul MPEG2, bloc responsabil cu codarea şi compresia semnalului preluat de la studiourile TV. Fluxul digital rezultat este prelucrat de modulatorul DVB-T, constituit dintr-o parte de codare a canalului şi una a modulației propriu-zise. Înainte de a fi difuzat, semnalul este convertit analogic şi translat în banda de frecvență alocată pentru transmisiune. Aceasta reprezintă partea de prelucrare analogică a lanțului DVB-T.

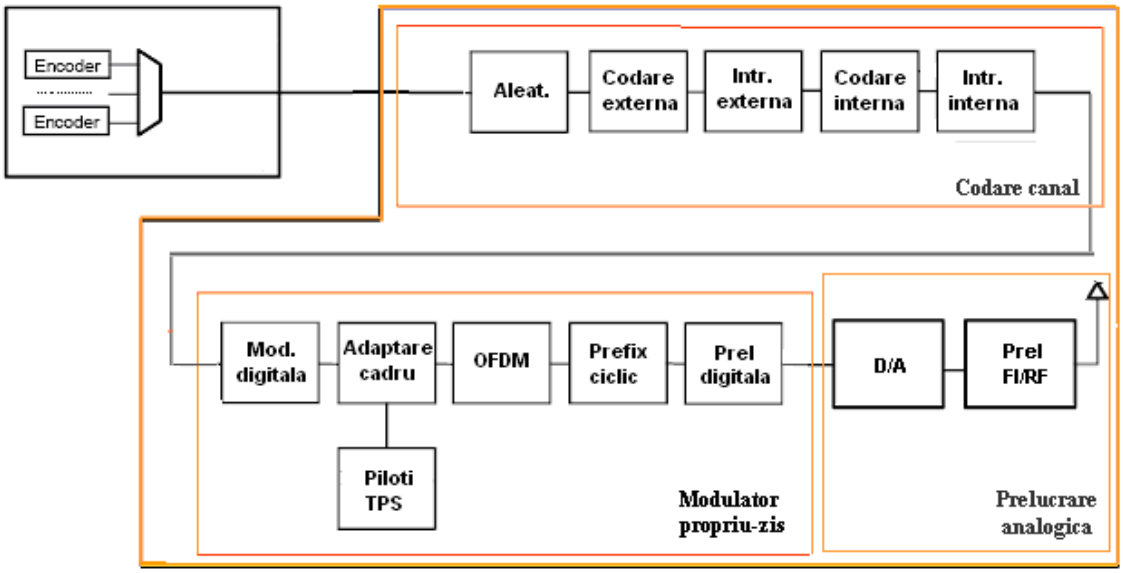


Fig. 2. Schema generală DVB-T

Într-o primă etapă, biții primiți de modulator de la entitatea ce îl precede sunt aleatorizați pentru o mai bună împrăştiere a energiei semnalului în banda ocupată.

Codorul Reed Solomon realizează o codare bloc pe octet a fluxului digital recepționat, unui grup de 188 de octeti, adăugându-i 16 octeti de paritate. Este un cod corector de grupuri de erori, spre deosebire de al doilea codor, codorul convoluțional, care este capabil de a corecta erori izolate. Pentru fiecare bit primit, codorul convoluțional ½ oferă la ieşire 2 biți. Redundanța mare poate fi redusă în detrimentul robusteții codului de blocul următor, adaptorul de rată (“puncturing”). Conform unei legi ce

depinde de rata de adaptare, acesta “cerne” şirul de biți primit, renunțând la o parte din aceştia.

Intercalate în proces sunt şi două blocuri de întrețesere, acestea având rolul de a amesteca biții fluxului informațional. La recepție, un bloc dual execută operația inversă, un eventual grup de biți consecutivi eronați de canal fiind astfel împrăştiați şi posibil de corectat de către decodoare.

Blocul de mapare asociază 2, 4 sau 6 biți consecutivi cu simboluri QPSK, 16QAM, respectiv, 64QAM, realizând în fapt modulația digitală a sistemului.

Principala caracteristică a modulației DVB-T o reprezintă utilizarea tehnicii de multiplexare ortogonală cu divizare în frecvență. Aceasta aduce ca avantaj important o rezistență sporită în cazul propagării multiple, una din marile probleme cu care se confruntă o transmisiune terestră. Implementarea tehnicii de multiplexare OFDM se realizează digital cu ajutorul Transformatei Fourier Discrete Inverse, construite efectiv cu algoritmul Transformatei Fourier Rapide Inverse. Datele, piloții şi parametrii de semnalizare sunt multiplexați în grupuri de câte *N* componente de către adaptorul de cadru. Fiecare astfel de grup este transformat de IFFT într-un simbol OFDM. Imediat dupa procesarea IFFT, ultima parte a simbolului este inserată şi la începutul său. Este ceea ce numim prefixul ciclic sau intervalul de gardă Δ, care va avea un rol important în combaterea propagării pe căi multiple. Prin concatenarea simbolurilor OFDM formate (incluzând şi garda), este obținut fluxul DVB-T.

În alcătuirea cadrului DVB-T sunt multiplexate următoarele tipuri de informații:

- date (purtătoare de informație utilă, furnizate de modulatorul digital);

- piloți (utilizați la recepție în procesul de sincronizare şi egalizare);

- parametrii de semnalizare (oferă informații legate de numărul de subpurtătoare, modulația digitală folosită, rata codorului convoluțional, lungimea prefixului ciclic, indexul de cadru etc.)

O ultimă etapă în procesarea digitală a fluxului DVB-T este marcată de prelucrarea digitală de ieşire. Aceasta constă într-o interpolare cu factor variabil, o scalare în amplitudine şi o eventuala modulație digitală în frecvență intermediară. Este urmarită adaptarea caracteristicilor semnalului în perspectiva etajului următor, convertorul digital-analogic.

3.1.2.2. Prelucrare analogică

Prelucrarea în frecvență intermediară şi radio-frecvență presupune în primul rând translatarea spectrală a semnalului în banda de frecvențe alocată de autorități pentru transmisie. Blocul de mixare responsabil cu conversia în frecvență este urmat de un etaj de amplificare şi de transmițătorul propriu-zis. Datorită valorilor mari de vârf prezente în semnalele OFDM, cerințe ridicate de liniaritate trebuie respectate în proiectarea blocurilor de amplificare.

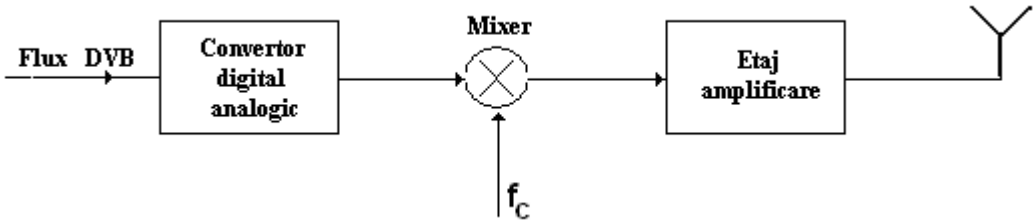


Fig. 3. Topologia etajului de ieşire

În specificațiile DVB, centrele benzilor nominale alocate sunt date de relația (1) (specificate pentru canalul de 8 MHz):

$$f_C(i) = 470\ MHz + 4\ MHz + i \times 8\ MHz, \quad i = 0, 1, 2, 3, \ldots \qquad (1)$$

Acestea sunt chiar centrele canalelor TV din banda UHF (Ultra High Frequency).

3.2. Descrierea nivelului fizic

3.2.1.Spectrul DVB-T

Spectrul de frecvență DVB-T grupează *N* subpurtătoare dispuse într-o structură periodică (semnalul la ieşirea modulatorului este digital, prin urmare spectrul este repetitiv). Valoarea parametrului *N* este dată de standard şi determină numărul de puncte în care este implementat

algoritmul IFFT. Pentru aceasta se alege o putere a lui 2 imediat superioară numărului de simboluri specificate ca facând parte dintr-un grup (implementarea blocului de calcul al IFFT este realizată cu un algoritm de tip radix 2).

Standardul impune un număr de 1705/6817 simboluri într-o unitate de procesare a IFFT-ului. Pâna la valorile corespunzătoare puterii lui 2, grupul va fi completat cu zerouri. Astfel, se introduce un parametru important al sistemului şi anume *modul de lucru* sau *numărul de subpurtătoare*. Sunt specificate 2 moduri de lucru pentru DVB-T, *2K* şi *8K*, cu un număr de subpurtătoare N = 2048, respectiv N = 8192.

Celor N subpurtătoare le corespunde un interval egal cu frecvența de eşantionare *Fs*. Această frecvență este impusă de standard, fiind egală cu produsul dintre un factor de eşantionare (8/7) şi banda nominală a canalului:

$$Fs = n \times B_N \tag{2}$$

Astfel, pentru o bandă nominală de 8 MHz, se impune o frecvență de eşantionare F_S= 9.14 MHz.

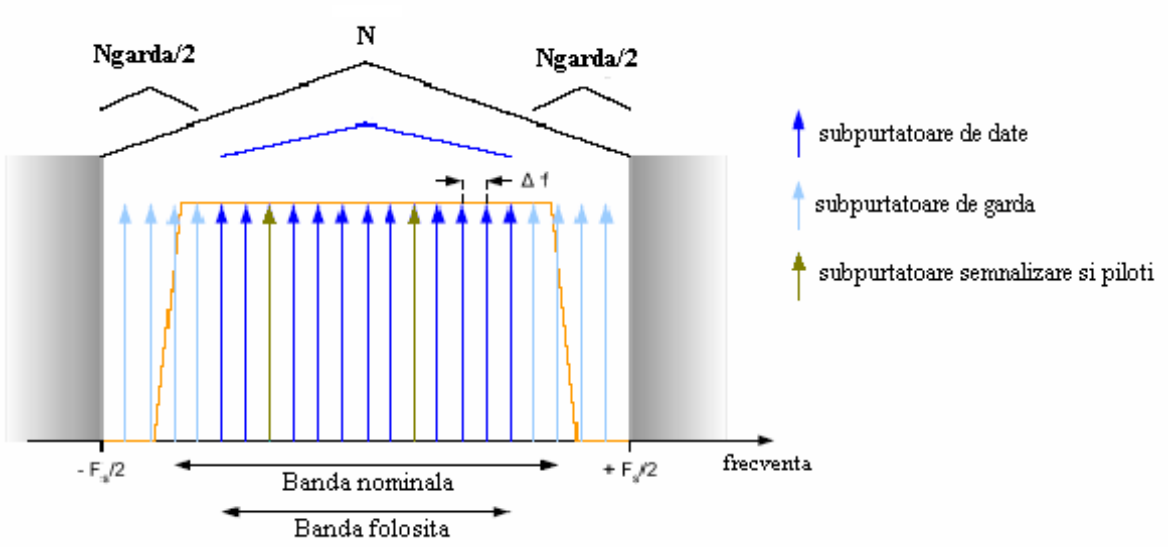


Fig. 4. Spectrul DVB-T

Subpurtătoarele folosite se împart în funcție de simbolurile ce le modulează în amplitudine în :

- subpurtătoare de date (modulate de simbolurile de date);

- subpurtătoare de gardă (modulate de simboluri nule, folosite pentru spațierea dintre canale);

- piloți (modulate de simbolurile de sincronizare);

- subpurtătoare TPS (modulate de parametrii de semnalizare).

În componența spectrului semnalului DVB-T de mod 2K există 2048 de subpurtătoare folosite, din care:

- 1512 sunt purtătoare de date;

- 343 sunt purtătoare de gardă;

- 176 sunt piloți;

- 17 sunt purtătoare TPS.

Purtătoarele active (de date, piloții şi purtătoarele TPS) definesc banda efectiv ocupată de semnal, sau banda folosită. Ea este mai mică decât banda nominală a canalului - banda alocată de autorități, egală cu lărgimea canalului TV specificată de standardul adoptat local. Standardul DVB-Tpresupune compatibilitatea cu 4 lărgimi corespunzătoare canalului TV terestru (B_N = 8, 7, 6, 5 MHz).

Spațierea dintre canale, Δf, se defineşte ca diferența între frecvențele a două subpurtătoare vecine. Ea este egală cu raportul dintre frecvența de eşantionare şi numărul de subpurtătoare folosite:

$$\Delta f = F_S / N \tag{3}$$

Distanța dintre două subpurtătoare este o măsură a mobilității receptorului. Banda unui subcanal este mai mare pentru modul 2K şi prin urmare modul este mai rezistent la efectele deviației Doppler. În schimb, durata unui simbol OFDM este mai mică în acest caz. Drept consecință, şi durata intervalului de gardă este mai mică, ceea ce se traduce printr-o rază mai mică de acoperire a transmițătorului. Pentru o creştere a flexibilității în ceea ce priveşte compromisul dintre mobilitate şi raza de acoperire, standardul DVB-H introduce un al treilea mod de funcționare, modul 4K.

Ilustrarea din figura 4 a spectrului DVB-T este pur intuitivă. Impulsurile aferente provin în urma unei reprezentări spectrale teoretice

a subpurtătoarelor sinusoidale. Procesarea simbolurilor OFDM este continuă iar fiecărei prelucrări îi este rezervat un anumit interval de timp (egal chiar cu durata simbolului OFDM). Această ferestruire temporală are ca efect în frecvență convoluția cu o funcție *sinc*, al carei lob principal are o lățime egală cu dublul inversului duratei de simbol OFDM.

$$lob\ principal = 2\ x\ (1/T_U) \quad (4)$$

Fiecare funcție de tip sinc este modulată în amplitudine de simbolul de informație corespunzător (data, pilot sau TPS). Densitatea spectrală de putere pentru semnalul OFDM este ilustrată în figura de mai jos:

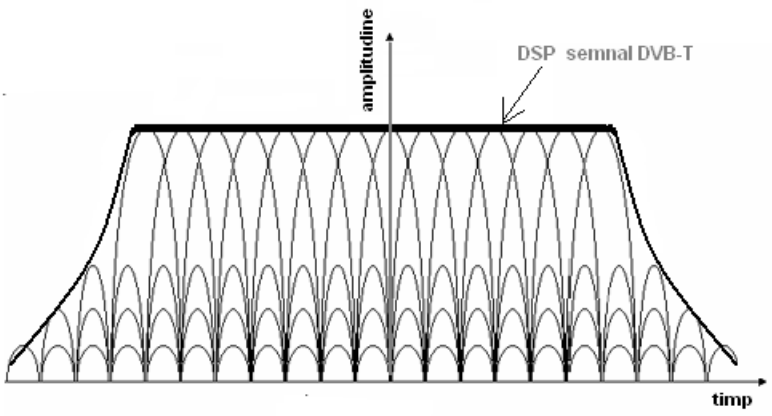


Fig. 5. Densitatea spectrală de putere a semnalului DVB-T

3.2.2.Structura temporală a informației

Structura temporală a semnalului DVB-T este formată dintr-o înşiruire de supercadre. Un supercadru este împărțit în patru cadre, fiecare cadru fiind la rândul lui alcătuit din 68 de simboluri OFDM. Suportul temporal al unui simbol OFDM variază pentru canalul de 8MHz între 231µs şi 1120µs în funcție de numărul de subpurtătoare şi intervalul de gardă.

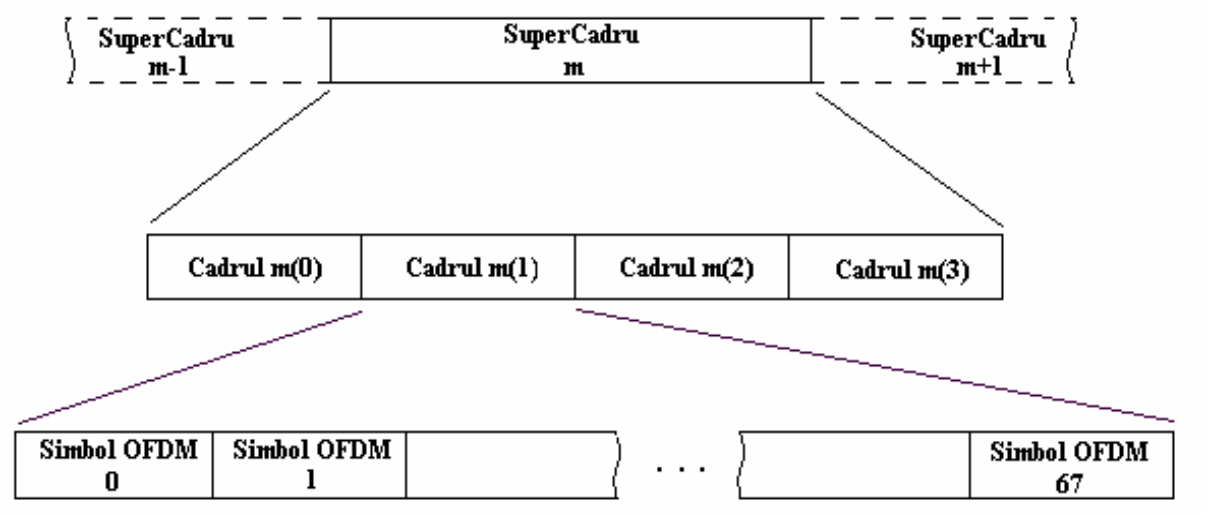


Fig. 6. Structura cadrelor DVB-T

În Tabelul 1 sunt prezentate duratele principalelor structuri temporale ale fluxului DVB-T, pentru toate combinațiile de benzi ale canalelor TV, moduri de lucru şi intervale de gardă folosite.

Tab. 1

		Mod	**8K**				**2K**			
		Prefix	**1/4**	**1/8**	**1/16**	**1/32**	**1/4**	**1/8**	**1/16**	**1/32**
BANDA CA	**8** MHz	simbol OFDM (us)	1120	1008	952	924	280	252	238	231
		cadru (ms)	76.16	68.544	64.736	62.832	19.04	17.136	16.184	15.708
		Super-cadu (ms)	304.64	274.176	258.944	251.328	76.16	68.544	64.736	62.832
		simbol OFD	1280	1152	1088	1056	320	288	272	264

N A L T V	**7** MHz	M (us)								
		cadru (ms)	87.040	78.336	73.984	71.808	21.760	19.584	18.496	17.952
		Super-cadu (ms)	348.160	313.344	295.936	287.232	87.040	78.336	73.984	71.808
	6 MHz	simbol OFDM (us)	1493.3	1344	1269.3	1232	373.3	336	317.3	308
		cadru (ms)	101.54	91.39	86.31	83.78	25.38	22.85	21.58	20.94
		Super-cadu (ms)	406.18	365.57	345.25	335.10	101.54	91.39	86.31	83.78

Suporturile temporale ale simbolurilor OFDM şi intervalelor de gardă aferente sunt standardizate. Pentru canalul de 8 MHz mărimile amintite sunt prezentate în Tabelul 2.

Tab. 2

Mod		mod 8K				mod 2K			
Prefix ciclic	Δ / T_U	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Durata simbol	T_U	$8\,192 \times T_S$ 896 µs				$2\,048 \times T_S$ 224 µs			
Durata interval garda	Δ	$2\,048 \times T_S$ 224 µs	$1\,024 \times T_S$ 112 µs	$512 \times T_S$ 56 µs	$256 \times T_S$ 28 µs	$512 \times T_S$ 56 µs	$256 \times T_S$ 28 µs	$128 \times T_S$ 14 µs	$64 \times T_S$ 7 µs
Durata simbol OFDM	T	$10\,240 \times T_S$ 1 120 µs	$9\,216 \times T_S$ 1 008 µs	$8\,704 \times T_S$ 952 µs	$8\,448 \times T_S$ 924 µs	$2\,560 \times T_S$ 280 µs	$2\,304 \times T_S$ 252 µs	$2\,176 \times T_S$ 238 µs	$2\,112 \times T_S$ 231 µs

Semnificația mărimilor este:

- Δ este durata intervalului de gardă;

- T_U este durata simbolului OFDM fără intervalul de gardă (simbol util);

- Δ / T_U este mărimea prefixului ciclic;

- T este durata unui simbol OFDM; $T = \Delta + T_U$;

- Ts este perioada de eşantionare (distanța temporală dintre 2 valori consecutive ale semnalului digital de la ieşirea modulatorului).

Adaptarea semnalului la caracteristicile canalului radio presupune în primul rând codarea pentru protecția împotriva erorilor. Deterioarea semnalului recepționat, procesul de estimare a canalului, sincronizările imperfecte, dar şi prelucrările presupuse de lanțul analogic vor conduce la apariția unor erori în fluxul informațional demodulat. În condițiile menținerii sub un prag maxim de alterare a semnalului, erorile pot fi corectate total sau parțial prin intermediul codurilor folosite.

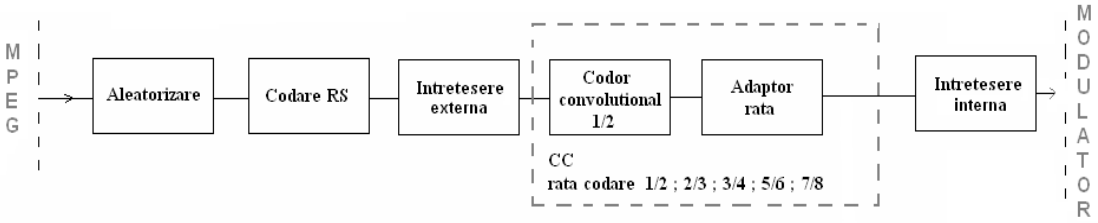


Fig. 7. Codarea de canal

3.2.2.1. Aleatorizarea

Pentru a realiza o dispersie cât mai bună a energiei în bandă, eliminând eventualele secvențe repetitive ale biților, semnalul numeric recepționat este într-o primă fază aleatorizat. Fluxul digital de intrare este organizat în pachete MPEG de 188 octeți. Dintre aceştia, primul are o valoare fixată şi cunoscută (47_{HEX}), fiind utilizat pentru sincronizare.

Procesarea în cadrul transmițătorului va începe cu MSB (Most Significant Bit) din acest octet de sincronizare. Realizarea operației de aleatorizare este implementată cu ajutorul unui generator de secvență pseudo-aleatoare, descris complet de polinomul $P(x) = x^{15} + x^{14} + 1$, şi având secvența de încărcare $00A9_{HEX}$. Inițializarea circuitului de generare va fi efectuată la începutul fiecărui al 8-lea pachet. Pentru a crea o secvență de sincronizare la recepție, octetul de început al unui

astfel de grup de 8 pachete va avea biții negați (valoarea acestuia fiind $B8_{HEX}$).

Primul bit generat de circuitul pseudo-aleator va fi însumat modulo 2 (funcția logică *SAU EXCLUSIV*) cu bitul imediat următor octetului inversat de sincronizare ($B8_{HEX}$). De asemenea, pe durata următorilor octeți de sincronizare, generatorul de secvență pseudo-aleatoare va funcționa, dar ieşirile lui vor fi invalidate, informația de sincronizare rămânând nealeatorizată. Altfel spus procesul de adaptare a pachetului multiplex şi dispersia energiei se aplică numai octeților ce nu poartă informație de sincronizare. Procesul descris este ciclic, având o periodicitate de 1503 octeți. Circuitul de generare a secvenței pseudo-aleatoare este prezentat în figura 8:

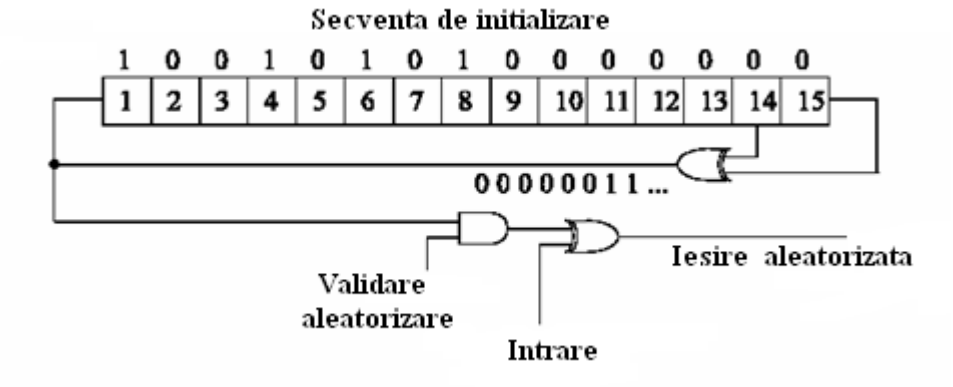


Fig.8. Circuit de generare a secvenței pseudo-aleatoare

3.2.2.2. Codarea Reed-Solomon

Codurile Reed–Solomon (R-S) sunt folosite pentru corecția erorilor care afectează global simbolurile de date, îmbunătățind probabilitatea de eroare de simbol şi, implicit, pe cea de bit. Deşi au o complexitate mai mare în comparație cu alte blocuri bloc, de exemplu, codurile Hamming, codurile R-S sunt mai performante şi sunt utilizate pe scară largă în sisteme ce includ:

- Dispozitive de stocare (care folosesc benzi, compact disc, DVD, coduri de bare etc.);
- Comunicații mobile;
- Comunicații prin satelit;
- Televiziune digitală / DVB;

- Modemuri de mare viteză, ca ADSL, xDSL etc.

Un sistem tipic ce implică codarea R-S este prezentat în figura următoare:

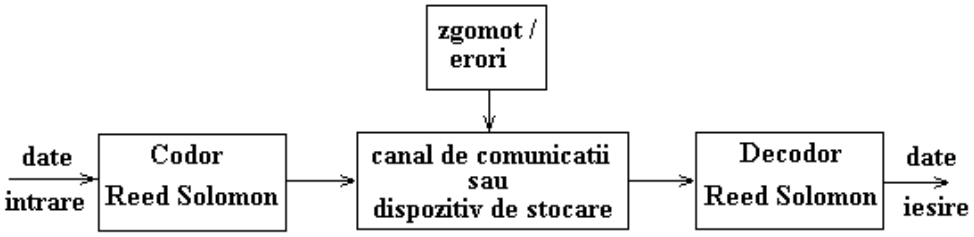


Fig. 9. Sistem de codare/decodare

Codurile R-S reprezintă o submulțime a codurilor BCH şi sunt coduri bloc liniare. Aceste coduri sunt coduri ciclice nebinare ale căror simboluri sunt secvențe de *m* biți, unde *m* este un întreg pozitiv, mai mare decât 2. Un cod R-S este specificat prin perechea (*n*, *k*), unde *n* este numărul total al simbolurilor din blocul codat, adică lungimea cuvintelor de cod, $n = 2^m - 1$, iar *k* este numărul simbolurilor de informație. Numărul simbolurilor de control este $r = n - k = 2t$, unde $t = r/2$ reprezintă capacitatea de corecție a codului.

Polinomul generator al codului R-S are forma generală:

$$g(X) = g_0 + g_1 X + g_2 X^2 + ... + g_{2t-1} X^{2t-1} + X^{2t} \quad (5)$$

Gradul polinomul generator este egal cu numărul simbolurilor de control. Cum gradul polinomului generator este 2*t*, trebuie să existe exact 2*t* puteri succesive ale lui α care sunt rădăcini ale acestui polinom, fie acestea $\alpha, \alpha^2, ..., \alpha^{2t}$. Nu este necesar a se începe cu rădăcina α, ci cu oricare, datorită proprietății câmpului de a fi închis față de înmulțire.

Folosind rădăcinile sale, polinomul generator al codului poate fi scris sub forma:

$$g(X) = (X - \alpha)(X - \alpha^2)...(X - \alpha^{2t}) \quad (6)$$

Cum codurile R-S sunt coduri ciclice, în obținerea unui cod sistematic se procedează similar cu cazul codurilor ciclice binare. Astfel, polinomul de informație *m*(*X*) se deplasează pe cele mai semnificative *k*

poziții din cuvânt, prin înmulțirea cu x^{n-k}, apoi se adaugă polinomul de control *p*(*X*), obținut ca rest al împărțirii lui $X^{n-k}m(X)$ la $g(X)$, adică:

$$X^{n-k}m(X) = q(X)g(X) + p(X) \tag{7}$$

unde *q*(X) este câtul împărțirii.

Relația anterioară mai poate fi scrisă echivalent:

$$p(X) = X^{n-k}m(X) \text{ modulo } g(X) \tag{8}$$

Cuvântul de cod rezultat este:

$$c(X) = p(X) + X^{n-k}m(X) \tag{9}$$

Structura codorului R-S sistematic este dată în figura următoare:

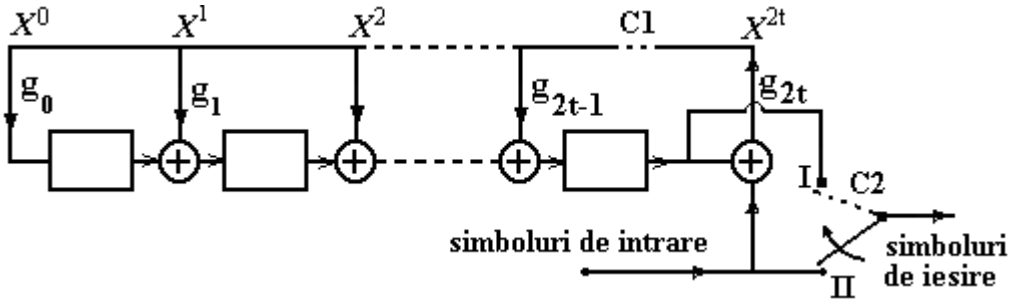


Fig. 10. Structura unui codor Reed-Solomon

În realizarea codării, se parcurg următorii paşi:

1. Comutatorul C1 este închis în primele *k* tacte pentru a permite deplasarea simbolurilor în registrul de deplasare cu reacție cu *n-k*=2*t* celule.
2. Comutatorul C2 este în poziția II în primele *k* tacte şi simbolurile de informație sunt transmise la ieşire.
3. După primele *k* tacte, C1 se deschide şi C2 trece pe poziția I.
4. În următoarele *n-k* tacte, la ieşirea registrului, se obțin simbolurile de control.
5. Numărul total de tacte necesar codării este *n*, la ieşirea registrului obținându-se cuvântul de cod în forma polinomială $c(X) = p(X) + X^{n-k}m(X)$.

Toate elementele de circuit sunt realizate pe *m* biți.

Cuvintele de cod pot fi exprimate în formă polinomială ca

$$\phi(X) = \sum_{n=0}^{2^m-2} c_n X^n \quad (10)$$

Rădăcinile polinomului generator sunt rădăcini şi pentru cuvântul de cod, deoarece

$$\phi(X) = m(X)g(X) \quad (11)$$

Codul Reed-Solomon utilizat în lanțul de transmisie al sistemului DVB-T este de forma RS(204,188,t=8). Este un cod scurt, derivat din codul original RS(255,239,t=8). Polinomul generator al codului este obținut pentru *t*=8 şi *α*=02HEX. Pentru implementarea lui, un număr de 51 de octeți nuli sunt adăugați pachetului MPEG aleatorizat (de lungime 188). După realizarea codării sistematice originale RS(255,239,16), octeții nuli sunt extraşi, conducând la un cod de lungime 204. Astfel, pachetului MPEG de 188 de octeți îi sunt adăugați alți 16 de paritate. Codul operează asupra grupurilor de biți eronați, fiind capabil de a corecta până la 8 octeți eronați dintr-un pachet de 204.

3.2.2.3. Întrețesere externă

Circuitului de codare Reed-Solomon îi urmează un circuit de întrețesere externă. Blocul este format prin alăturarea a 12 ramuri paralele, pe fiecare din acestea existând o structură de registre FIFO, (First Input First Output), de dimensiune j×17 celule, unde $j = \overline{0,11}$. O celulă poate stoca un octet. Fiecare din octeții de intrare va fi rutat pe una din cele 12 ramuri, suferind o întârziere proporțională cu numărul de celule traversat. Datorită utilizării unor regiştrii de adâncimi diferite, ordinea octeților la ieşire va fi schimbată față de intrare.

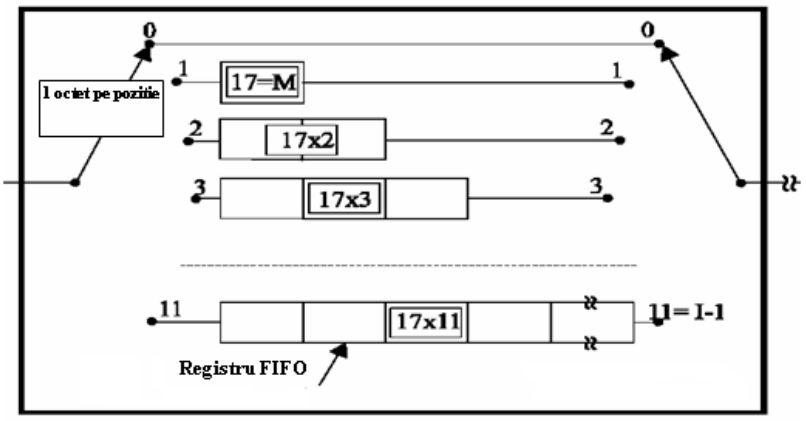


Fig. 11. Schema funcțională a circuitului pentru întrețesere externă

Deplasarea comutatorului de intrare este ciclică, tranziția realizându-se pentru fiecare octet. Ramurile sunt parcurse în aceeaşi ordine şi la ieşire, cele două comutatoare fiind sincronizate.

Figura 11 prezintă structura acestui bloc de întrețesere externă. Trebuie remarcat faptul că octetul de sincronizare este întotdeauna rutat pe prima ramură, cea pentru care nu există întârziere, astfel păstrându-se structura de pachet MPEG existentă la intrarea circuitului.

3.2.2.4. Codarea convoluțională

Spre deosebire de codurile bloc, la care cuvântul de cod depinde de un singur bloc de digiți, de lungime fixă, codurile convoluționale sunt coduri non-bloc, la care biții de ieşire depind atât de biții de intrare la momentul curent, cât şi de un număr de biți de la momentele anterioare, transmisia făcându-se printr-o succesiune continuă de simboluri.

Un codor convoluțional este un sistem cu memorie finită, care furnizează la ieşire n_0 digiți binari pentru fiecare k_0 digiți de informație şi poate fi generat cu un registru de deplasare cu $N \cdot k_0$ celule de întârziere, n_0 sumatoare modulo 2 şi un alt registru cu n_0 celule pentru digiții de ieşire, ca în figura următoare

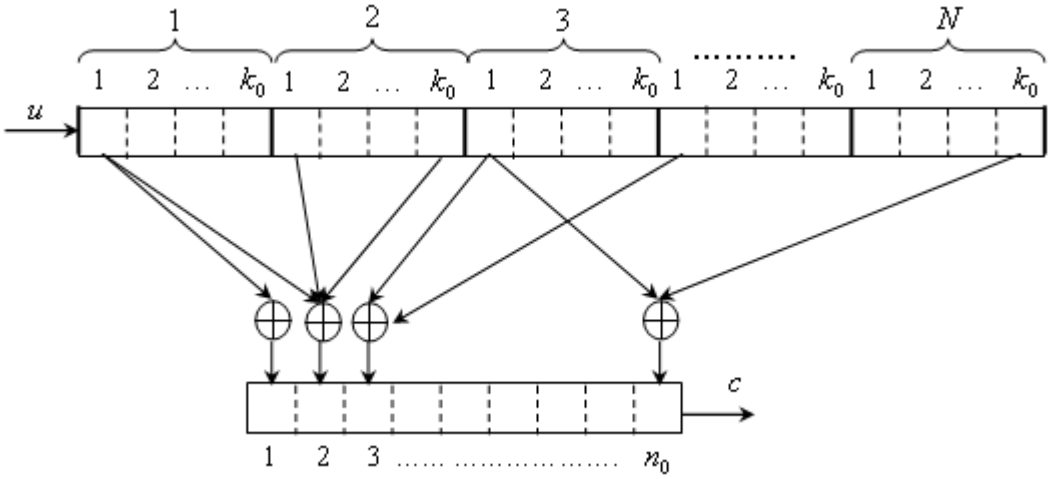


Fig. 12. Structura unui codor convoluțional

Rata codului este $R_c = \frac{k_0}{n_0}$. Cei n_0 digiți generați depind de cei k_0 digiți de informație de la intrare şi de $N-1 \cdot k_0$ digiți anteriori. Alți doi parametri ai codurilor convoluționale, pe lângă rata codului, sunt memoria codului, $m = N-1 \cdot k_0$ şi lungimea de constrângere, N. Un cod convoluțional este descris de tripletul (n_0, k_0, N).

Standardul DVB-T specifică utilizarea unui cod convoluțional pentru codarea aferentă canalului. La bază, acesta este un cod de rată 1/2, dar este prevazută şi posibilitatea folosirii unor coduri de "perforare" (eng. *punctured*) cu alte rate. Polinoamele generatoare pentru codul convoluțional de bază sunt: $G_1 = 171_{OCT} = 1111001$ (pentru ieşirea X) şi $G_2 = 133_{OCT} = 1011011$ (pentru ieşirea Y). Schema acestuia este prezentată în figura de mai jos:

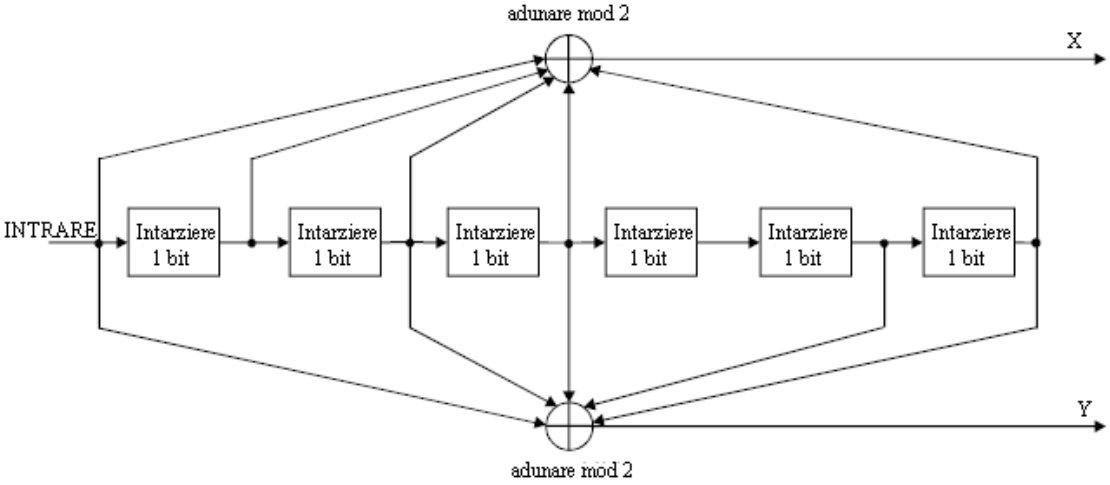


Fig. 13. Codor convoluțional de rată 1/2

Şirul de biți furnizati de circuitul de întrețesere internă este aplicat la intrarea codorului convoluțional format din cei 6 regiştri de deplasare. Cele două subramuri *X* şi *Y* sunt date de însumarea modulo 2 (sau funcția logică XOR) a ieşirilor registrilor indicați prin biții de 1 din G_1, respectiv G_2. Pentru obținerea altor rate, standardul tabelează variante de modele de "cernere", structura de bază a codorului convoluțional rămânând în continuare aceeaşi.

RATA	CALE DE CERNERE	SECVENTA TRANSMISA
1/2	X: 1 Y: 1	$X_1 Y_1$
2/3	X: 1 0 Y: 1 1	$X_1 Y_1 Y_2$
3/4	X: 1 0 1 Y: 1 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3$
5/6	X: 1 0 1 0 1 Y: 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 X_3 Y_4 X_5$
7/8	X: 1 0 0 0 1 0 1 Y: 1 1 1 1 0 1 0	$X_1 Y_1 Y_2 Y_3 Y_4 X_5 Y_6 X_7$

Fig. 14. Modele de ”cernere”

3.2.2.5. Întrețeserea internă

Operația de întrețesere internă presupune înlănțuirea a două procese de amestecare, unul de **întrețesere pe bit**, altul de **întrețesere pe simbol**.

În etapa de **întrețesere pe bit**, fluxul binar recepționat de la blocul de codare convoluțională este demultiplexat în v sub-ramuri, unde: v = 2 pentru modulație QPSK, v = 4 pentru modulație 16QAM şi v = 6 pentru modulație 64QAM. Standardul DVB precizează ce ecuații trebuie folosite pentru demultiplexarea datelor.

Fiecare subramură este procesată de un circuit de întrețesere separat. Un circuit operează pe un bloc de 126 de biți, dimensiunea acestuia fiind aleasă astfel încât procesul să se repete de 12 ori pentru un simbol OFDM în modul 2K şi de 48 de ori pentru un simbol OFDM în modul 8K Cele 6 polinoame de întrețesere sunt date de relația de mai jos:

$$\begin{aligned} H_0(w) &= w \\ H_1(w) &= (w + 63) \bmod 126 \\ H_2(w) &= (w + 105) \bmod 126 \\ H_3(w) &= (w + 42) \bmod 126 \\ H_4(w) &= (w + 21) \bmod 126 \\ H_5(w) &= (w + 84) \bmod 126 \end{aligned} \qquad (12)$$

unde $w = \overline{0,125}$.

Vor fi folosite asadar 2, 4, respectiv 6 circuite de întrețesere pe bit (în funcție de modulația digitală folosită). Acestea au la intrare un bloc de

126 de biți, b_e, iar la ieşire un bloc de acelaşi tip, a_e, legătura realizându-se printr-o funcție de tipul:

$$a_{e,w} = b_{e,He(w)} \ , w = \overline{0,125} \tag{13}$$

Urmează apoi circuitul de **întrețesere pe simbol**. Scopul acestuia este să mapeze cuvinte de dimensiune v pe cele 1512 de subpurtătoare în modul 2K sau pe cele 6048 de subpurtătoare în modul 8K. Acest lucru duce şi la o scădere a raportului putere de vârf/putere medie a semnalului deoarece purtătoarele alăturate cu energie mare vor fi acum dispersate. În modul 2K, 12 secvențe de câte 126 de cuvinte de date sunt citite secvențial într-un vector $Y' = (y'0\ y'1\ ....\ y'1511)$. În modul 8K, 48 de secvențe de câte 126 de cuvinte de date sunt citite secvențial în vectorul $Y' = (y'0\ y'1\ ....\ y'6047)$

Vectorul de la ieşirea blocului de întrețesere pe simbol, $y= (y0\ y1\ ....\ yNmax-1)$, va fi obținut conform relațiilor:

$$y_{H(q)} = y'_q \tag{14}$$

dacă simbolul OFDM este par, pentru q = $\overline{0, N\max-1}$

$$y_q = y'_{H(q)} \tag{15}$$

dacă simbolul OFDM este impar, pentru q = $\overline{0, N\max-1}$, unde: N_{max} =1511 în modul 2K, respectiv N_{max} =6047 în modul 8K.

H(q) este polinomul de permutare, pentru a cărui definire trebuie introduse câteva mărimi. Se defineşte un vector de *(N_r-1)* biți, vector notat cu R'_i , unde

$$Nr=\log_2 M_{max} \tag{16}$$

cu M_{max}=2048 (2K) / M_{max} =8192 (8K).

Vectorul va fi definit prin următorul set de relații:

```
i = 0,1:          R'i [Nr-2, Nr -3, ..., 1, 0] = [0, 0, ..., 0, 0]
i = 2:            R'i [Nr -2, Nr -3, ..., 1, 0] = [0, 0, ..., 0, 1]
2 < i < Mmax: {   R'i [Nr -3, Nr -4, ..., 1, 0] = R'i-1 [Nr -2, Nr -3, ..., 2, 1];
        în modul 2K:  R'i[9] = R'i-1[0] + R'i-1[3]
        în modul 8K: R'i[11] = R'i-1[0] + R'i-1[1] + R'i-1[4] +  R'i-1[6] }
```
(17)

Vectorul R_i este derivat din vectorul R'_i conform permutărilor din figura 15.

Pozitii R'_i	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Pozitii R_i	0	7	5	1	8	2	6	9	3	4

Pozitii R'_i	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Pozitii R_i	5	11	3	0	10	8	6	9	2	4	1	7

Fig. 15. Vectori de permutare, mod 2K respectiv 8K

Polinomul *H(q)* este introdus prin următorul algoritm:

$$q = o$$

$$pentru(i = 0; i < M_{\max}; i = i + 1)$$

.

.

$$H(q) = \mathrm{mod}(i,2) \times 2^{N_r - 1} + \sum_{i=0}^{N_r - 2} R(j) \times 2^j;$$

$$dacă(H(q) < N_{\max}) q = q + 1) \ ;$$

$$\}$$

Figurile de mai jos prezintă în mod schematic algoritmul pentru implentarea funcției de permutare *H(q)* pentru modurile de lucru 2K, si 8K.

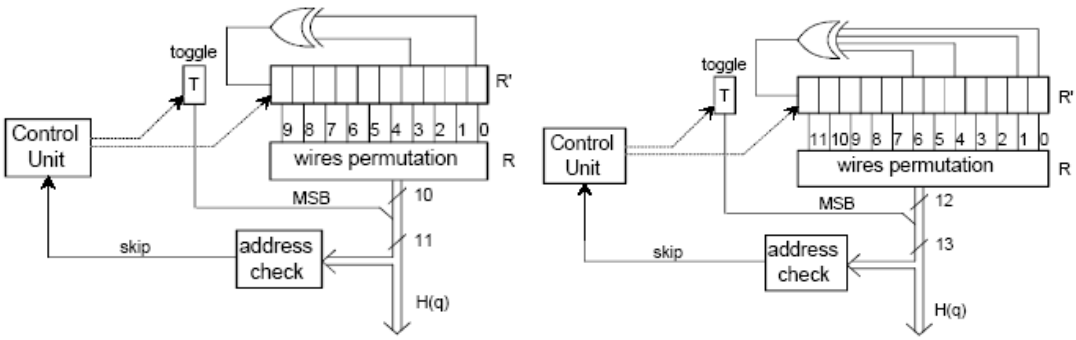


Fig. 16. Algoritmul de întrețesere internă

3.2.2.6. Modulația digitală

Fluxul informațional binar dat de codorul MPEG este prelucrat de blocul de codare a canalului. După această procesare inițială, este realizată codarea digitală, adăugarea informației de sincronizare şi semnalizare precum şi multiplexarea OFDM.

Alăturând biții în grupuri de 2, 4 sau 6 şi asociind fiecărui grup o valoare complexă dintr-un set prestabilit, este realizată modulația digitală (în standard, procesul este specificat sub numele de "mapping"). Numărul de biți per simbol utilizați depinde de tipul modulației : 2 bps (QPSK) / 4 bps (16QAM) / 6 bps (64 QAM). Valorile exacte ale corespondențelor complexe $z= n+j\cdot m$ sunt prezentate mai jos pentru fiecare tip de modulație:

$$QPSK : m \in \pm 1 \ , n \in \pm 1 \ , \tag{18}$$

$$16QAM : m \in \pm 1, \pm 3 \ , n \in \pm 1, \pm 3 \ , \tag{19}$$

$$64QAM : m \in \pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7 \ , n \in \pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7 \tag{20}$$

Într-o interpretare vizuală a semnalului complex, modulația digitală poate fi reprezentată sub forma unei constelații:

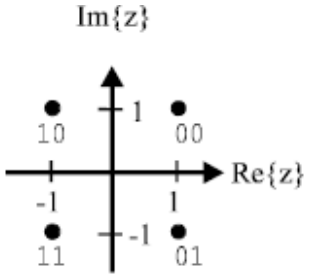


Fig. 17. Constelația de semnal pentru QPSK

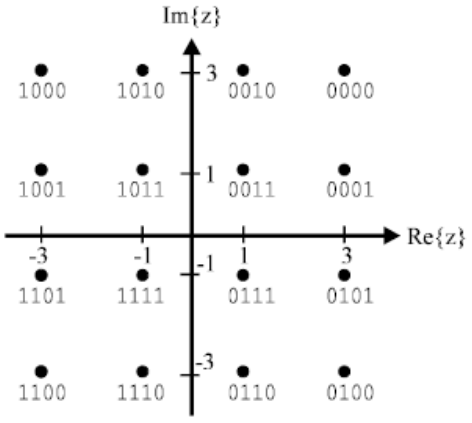


Fig. 18. Constelația de semnal pentru 16QAM

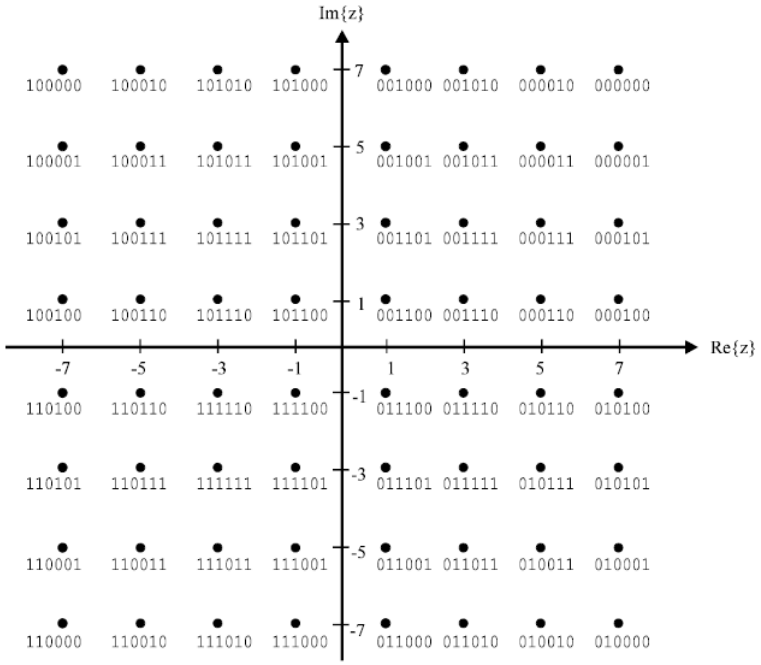


Fig. 19. Constelația de semnal pentru 64QAM

Modulația QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) presupune existența a patru simboluri complexe, defazate şi de amplitudini egale. Este prin urmare o modulație digitală de fază. În cazul 16QAM (Quadrature Amplitude Modulation) şi 64QAM, se poate vorbi de o modulație atît în fază, cât şi în amplitudine. Pentru diminuarea efectelor produse de o demodulare greşită a unui simbol, în realizarea corespondențelor se ține cont de codarea Gray.

3.2.3.Modulația DVB-T propriu-zisă

Informația utilă modulată digital, piloții, parametrii de semnalizare şi simbolurile de gardă vor fi multiplexate în grupuri de 2048/8182 simboluri, fiecare grup fiind apoi prelucrat individual de blocul IFFT.

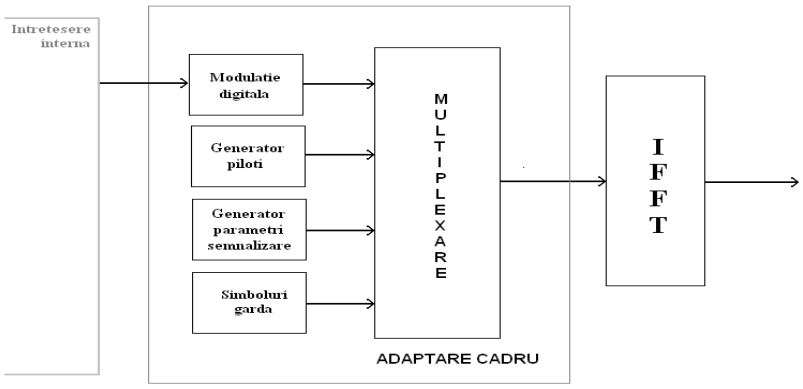


Fig. 20. Adaptarea de cadru

Inițial, piloții şi informația TPS sunt inserați printre simbolurile de date conform regulilor prezentate de standardul DVB. Numărul de 1705/6017 simboluri active obținute este completat până la 2048/8192 simboluri cu zerourile de gardă. În realitate, grupul trimis blocului de IFFT spre prelucrare este format prin intercalarea zerourilor de gardă între a doua şi prima jumătate a simbolurilor active.

Sistemul DVB-T a fost conceput pentru a păstra compatibilitatea cu standardele TV analogice existente (PAL, NTSC, SECAM). Prin urmare, banda de frecvențe alocată semnalului modulat DVB este dată de banda canalului TV- 8, 7, 6 sau 5 MHz. Datorită lărgimii mari a benzii canalului, sistemul transmisie-recepție trebuie să se confrunte cu problema fadingului selectiv, procesul de egalizare la recepție fiind unul complicat.

Tehnica de multiplexare cu diviziune ortogonală a frecvenței are ca principal avantaj tocmai rezistența împotriva fadingului selectiv. Principiul **OFDM** este de a modula subpurtătoare ortogonale de frecvențe diferite cu fluxuri informaționale distincte. În frecvență, fiecărei subpurtătoare îi corespunde un subcanal cu banda suficient de mică astfel încât funcția de transfer a canalului poate fi considerată constantă. Procesul de egalizare este mult simplificat, reducându-se în esență la estimarea acestei constante.

Aşadar, printr-o superpoziție a *n* subpurtătoare modulate cu rata *Fs/n* este obținut semnalul OFDM având rata totală *Fs*. Dacă spațierea în frecvență dintre subpurtătoare este constantă şi egală cu *Fs/n*, intervine ortogonalitatea. Astfel, simbolurile individuale pot fi recuperate din semnalul OFDM multiplexat.

Propagarea pe căi multiple este o altă problemă cu care se confruntă receptorul. Semnalul multiplexat este format din concatenarea mai multor simboluri OFDM având suporturi temporale egale. În urma reflexiilor, între posibila undă directă şi undele reflectate, apar întârzieri. Datorită acestora, ortogonalitatea se poate strica, făcând astfel imposibilă demodularea corectă.

Soluția de răspuns pentru această problemă este folosirea unui interval de gardă, introdus la începutul unui simbol OFDM. În suportul temporal alocat acestui interval, ultima parte a simbolului este copiată, de unde şi denumirea de prefix ciclic. Este important ca lungimea prefixului folosit să depăşească întârzierea maximă dintre căile de propagare. Prin alegerea convenabilă a momentului de prelucrare a simbolului, ortogonalitatea este pastrată şi demodularea posibilă.

Tehnica multiplexării ortogonale cu diviziune de frecvență este implementată digital cu ajutorul Transformatei Fourier Discrete. Deoarece implementarea directă a transformatelor Fourier discrete de tip **DFT/IDFT** implică un efort de calcul deosebit, algoritmii rapizi s-au impus ca metode alternative. Un algoritm de acest fel foloseşte o tehnică de tip **divide-et-impera** pentru a reduce efortul computațional prin împărțirea unei probleme mai mari (calculul transformatei pentru *N* puncte de intrare) în mai multe probleme mai mici (calculul transformatei pentru mai multe seturi reduse de puncte). Procedeul se aplică într-un mod recursiv, urmând ca la final rezultatele să fie prelucrate pentru a oferi soluția corectă pentru problema inițială. Pentru implementarea **Transformatei Fourier Rapide Inverse** se foloseşte algoritmul dezvoltat de Cooley şi Turkey de tip radix 2 cu decimare în timp.

Datele, piloții şi parametrii TPS sunt multiplexați în grupuri prelucrate individual de blocul Transformatei Fourier Rapide Inverse. După procesarea efectivă, partea finală a grupului prelucrat este copiată pe primele poziții. În urma extinderii ciclice şi a serializării, ia naştere simbolul OFDM.

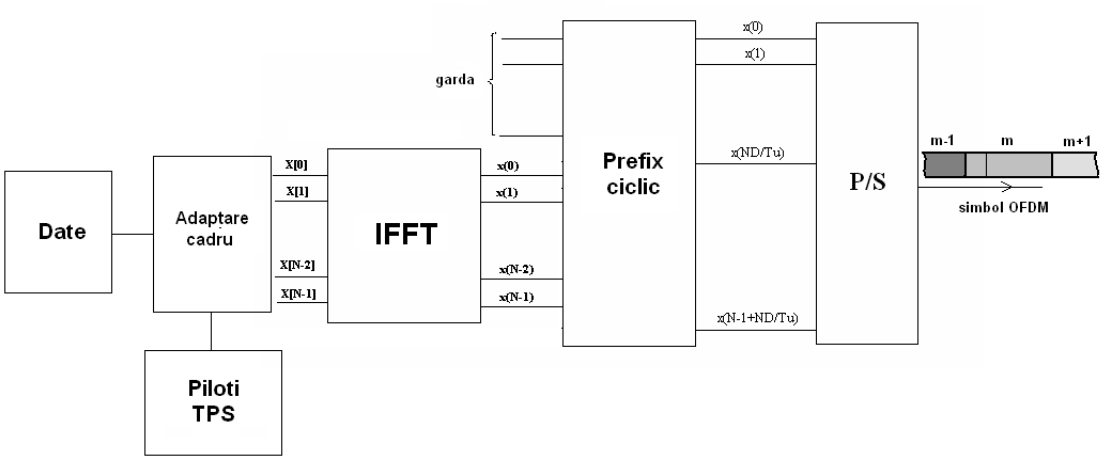


Fig. 21. Modulatorul DVB propriu-zis

4. Echipamente utilizate

Echipamentul de distribuție din studio.

5. Rezultate aşteptate

Cunoaşterea sistemului de control ce coordonează întregul proces de transmisie din punct de vedere al sincronizării şi al parametrilor de configurare, pentru adaptarea la formatul MPEG2 şi a caracteristicilor mediului de transmitere.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Cunoaşterea lanțului de transmisie DVB-T: codorul MPEG2, interfața ASI, modulatorul DVB, unitatea de prelucrare în frecvență intermediară şi radiofrecvență, blocul de control al întregului sistem. Înțelegerea funcționării sistemul DVB-T în standardizarea semnalul video, audio şi de date, pentru transmiterea prin intermediul rețele analogice de difuziune.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 26

LP-26. Utilizarea şi dezvoltarea de aplicații grafice pentru realizarea de clipuri audio-video şi TV precum şi a animațiilor 2D şi 3D.

1. Tema lucrării

Un tutorial introductiv pentru instalarea si utilizarea programului Blender – free open source 3D content creation suite - http://www.blender.org/ -impreuna cu instructiuni pentru crearea de creearea de conț inut si animaț ii 3D.

De asemenea in aceasta lucrare prezentam si un tutorial introductiv pentru instalarea si folosirea bibliotecii Bullet Physics impreuna cu prezentarea notiunilor de baza ce tin de integrarea si folosirea Bullet Physics in Blender.

2. Obiectivul lucrării

Conceput pentru profesioniș ti media ș i artiș ti, Blender poate fi folosit pentru a crea cadre 3D fixe cât ș i filme de calitate TV ș i de cinema. Încorporarea unui engine 3D în timp real permite creare de conț inut tri-dimensional interactiv, ce poate fi redat independent de maș ina pe care a fost creat.

De asemenea in aceasta lucrare practica vor fi prezentate notiuni introductive ce tin de instalarea si utilizarea bibliotecii Bullet Physics in vederea crearii de animatii, de inalta calitate si realism, ce contin interactiuni intre corpuri. Deasemenea va fi prezentata si explicata folosirea Bullet Physics in Blender.

3. Descrierea lucrării de practică: „Utilizarea şi dezvoltarea de aplicații grafice pentru realizarea de clipuri audio-video şi TV precum şi a animațiilor 2D şi 3D”

3.1. Platforma Blender

Introducere:

Blender reprezintă o suită de programe folosită pentru creearea de conț inut 3D ș i este printre cele mai cunoscute aplicaț ii de grafică 3D, open-source, din întreaga lume. Este disponibil atât pentru Windows, cât ș i pentru Linux, eliberat sub licenț a GNU GPL. Ca ș i caractarestici principale, îmbină o interfaț ă compactă de lucru cu versatilitatea ș i cu spaț iul mic ocupat atât pe disk cât ș i în memoria RAM. Aceste caracteristici fac din Blender un software puternic ce poate fi folosit, cu rezultate remarcabile, chiar ș i pe monitorul mic al unui laptop.

Instalare:

La data scrierii acestui tutorial versiunea Blender 2.56a Beta era cea mai nouă ș i cea recomandată de developeri. Aceasta se poate descărca de la adresa: http://www.blender.org/download/get-256-beta/ Ultima versiune stabilă este Blender 2.49b (stable) ce poate fi descărcată de la adresa: http://www.blender.org/download/get-blender/ Indiferent de versiunea aleasă se recomandă descărcarea variantei arhivate si nu cea cu installer.

Windows: După download se dezarhivează conț inutul arhivei oriunde pe disk. Pentru a porni programul se rulează Blender.exe. Pentru instalarea de script-uri acestea se copiază în folder-ul scripts/ din directorul unde s-a dezarhivat arhiva. Dacă acesta nu există el trebuie creat.

Linux, FreeBSD, Irix, Solaris: Se dezarhivează arhiva si se copiază directorul .blender în directorul personal de home. Aplicaț ia se lansează executând binarul Blender. Scripturile se pun de asemenea in directorul .blender/scripts/

Pentru a adăuga noi funcț ionalităț i cât ș i pentru a crea script-uri destinate automatizării task-urilor, este necesară instalarea Python 2.6.

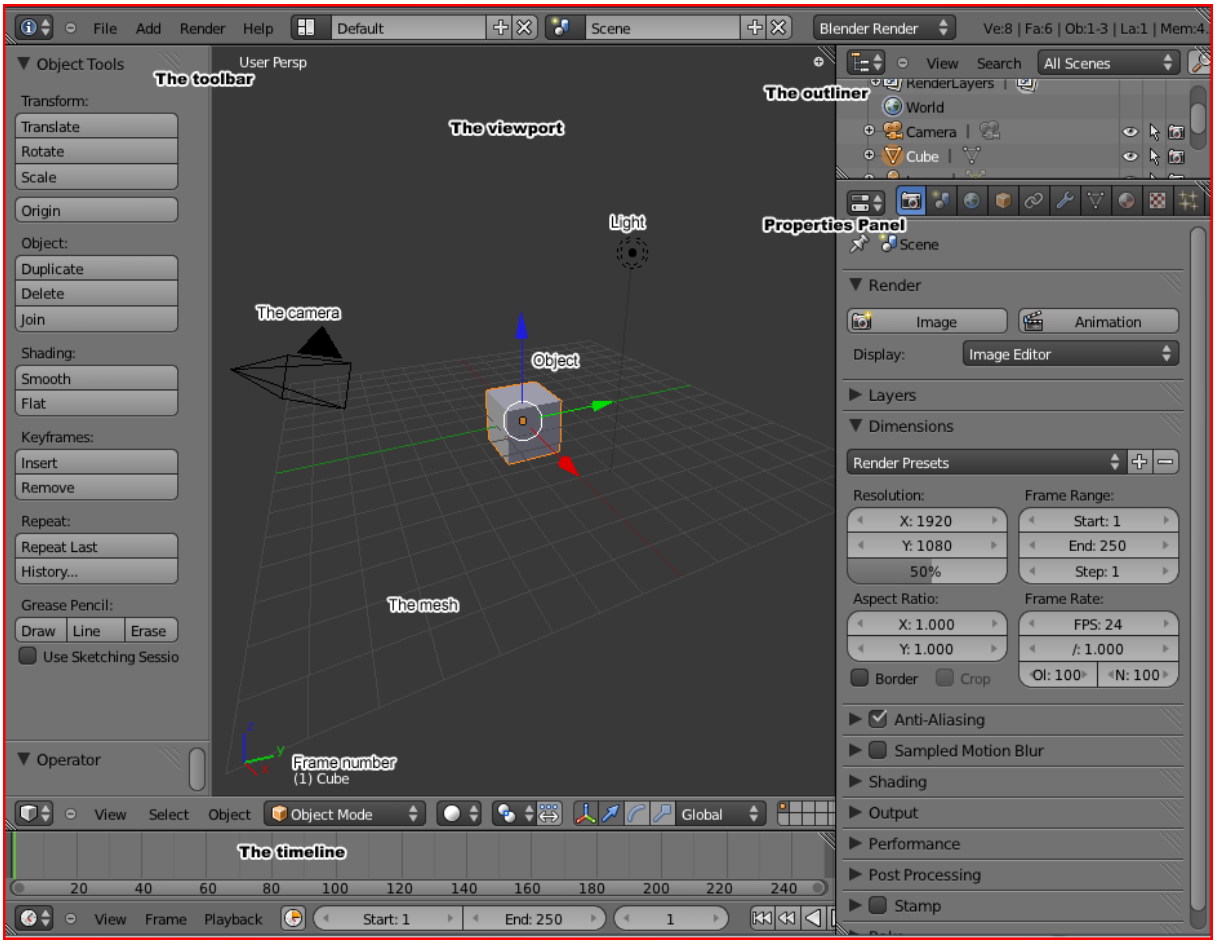
Interfaț a de lucru:

The toolbar – conț ine o multitudine de tool-uri ce permit lucrul direct cu modelul 3D. Acestea permit manipularea caracteristicilor obiectelor.

The viewport – reprezentarea obiectelor 3D, permite manipularea obiectelor din cadru (scene: camera, object, light, mesh).

The outliner – afișează toate obiectele pe care cadrul le conține. Permite vizualizarea conexiunilor între obiecte. Acesta facilitează ușurința în lucru cu scene mari, ce conțin multe obiecte. În plus permite, deasemenea, manipularea acestora.

Properties Panel – are în header mai multe tab-uri cu tipuri de proprietăți, fiecare continând modalități de modificare a caracteristicilor cadrului. Tab-ul



implicit selectat este cel cu proprietăți de rendare ce permit schimbarea unor parametri ca: mărimea imaginii, format de ieșire. Navigarea printre tab-uri se face folosind butonul din mijloc al mouse-ului sau scroll.

The timeline – este folosit când creăm animații și permite schimbarea momentului de timp. Acesta se poate urmări și după valoarea dintre paranteze rotunde (frame number).

Quick-Start

Tocmai am făcut cunoș tinț ă cu interfaț a programului, care are implicit deschis un proiect simplu, un cub, în centrul scenei, slab luminat. Pentru vizualizarea imaginii, nu este nevoie decat să apăsăm pe butonul Image din sub-meniul Render.

Totuș i avem foarte multe posibilităț i ș i nu trebuie să ne mulț umim doar cu un cub gri. Pe unele dintre ele le vom parcurge în secț iunile care urmează.

Navigarea prin viewport:

Rotire în jurul centrului cadrului: Buton mijloc mouse + miș care.

Panning: Buton mijloc mouse + tasta shift + miscare

Mărire: Scroll cu mouse-ul sau tastele + ș i - de pe numpad.

Vedere deasupra: numpad 7 Vedere dedesubt: tasta ctrl + numpad 7

Vedere faț ă: numpad 1 Vedere spate: tasta ctrl + numpad 1

Vedere partea stângă: numpad 3 Vedere partea dreaptă: tasta ctrl + numpad 3

Modul perspectivă / ortografic: numpad 5

Rotire cu increment: numpad 2,4,6,8

Camera view: numpad 0

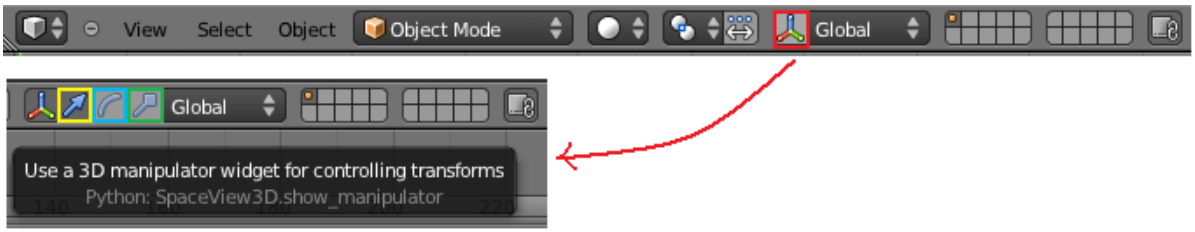
Modelarea

Reprezintă primul pas în crearea unei imagini sau a unei animaț ii 3D. În acest pas vom construi forma pe care ne-o dorim folosindu-ne de selecț ie si transformare.

Selecț ia – Se face apăsând butonul drept pe obiectul dorit. În momentul in care un obiect este selectat, acesta se colorează în portocaliu, pentru a semnala că este ultimul obiect selectat. Pentru a

selecta mai multe obiecte se foloseș te tasta shift in combinaț ie cu botonul drept al mouse-ului. Pentru selectarea / deselectarea tuturor obiectelor se poate folosi tasta a.

Transformarea – Se selectează obiectul dorit, asupra căruia se pot efectua 3 tipuri de acț iuni: scalare, rotire ș i translatare. Acestea se pot face în două moduri:

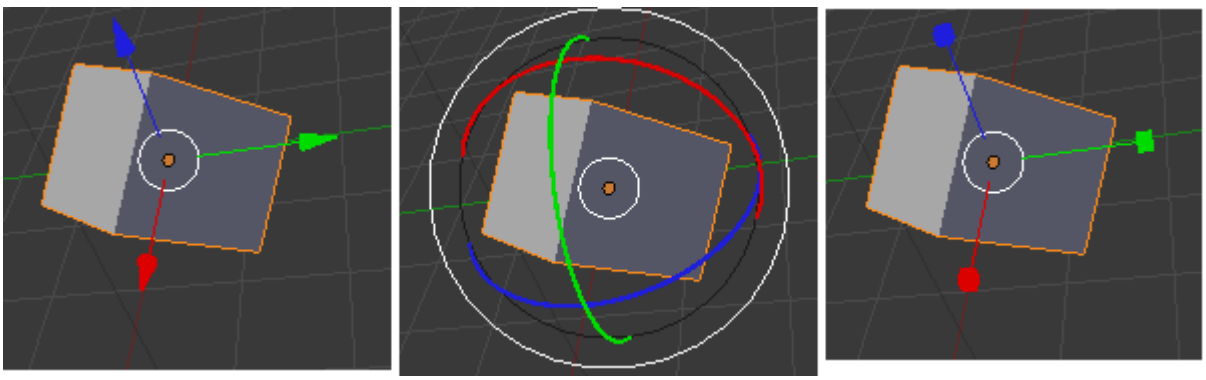


Primul mod este folosind viewport-ul: în acest caz se activează manipulatorul 3D marcat cu roș u în poza de mai jos. Manipulatorul 3D contine trei manipulatori: translatare (galben), rotire (albastru), scalare (verde).

(1) Manipulatorul de translatare activează axele de translatare care sunt marcate prin săgeț i de culori diferite: OX – roș u, OY – verde, OZ – albastru. Translatarea se poate face selectând una din săgeț i (butonul stâng) sau prin selectarea originii cu butonul drept, mutarea ș i apoi eliberarea folosind butonul stâng.

(2) Manipulatorul de rotire activează axele de rotire, marcate cu aceleaș i culori. Prin selectarea unei axe se face rotirea în jurul acelei axe.

(3) Manipulatorul de scalare este folosit asemănător cu cel de translatare, doar că acesta nu modifică poziț ia ci dimensiunea obiectului.



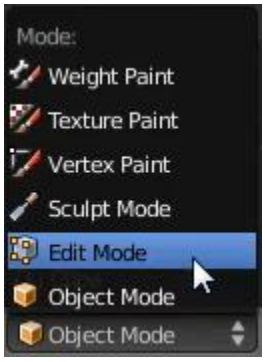
(1) (2) (3)

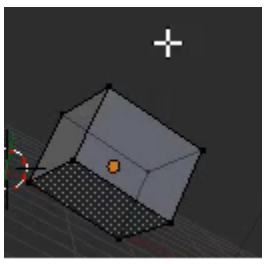
Al doilea mod este folosind hotkey-uri, mult mai rapid, dar dificil până când utilizatorul se obișnuiește cu tastele folosite. Aceasta sunt:

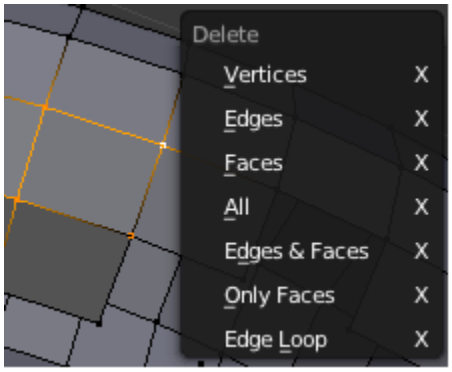
S – pentru scalare; **R** – pentru rotire; **G** – pentru translatare (grab);

Fiecare transformare se incheie apăsând butonul stâng al mouse-ului. Dacă dorim să renunț ăm putem apăsa tasta Esc. Deasemenea, de exemplu, dacă dorim să efectuăm o transformare numai pe axa OX, după apăsarea tastei ce determină tipul de transformare, se apasa tasta **x** (pentru axa OY – **y**, pentru axa OZ – z). Dacă dorim să efectuăm transformarea pe axele OX și OY simultan, apăsăm **shit + z**.

Duplicarea / Ștergerea – Se face selectând obiectul pe care dorim să-l duplicăm și folosind combinați ia de taste **shift + d**. Obiectul este duplicat, iar copia nou creată este imediat selectată și manipulatorul de translatare activat, facilitând astfel poziț ionarea în locați a sa. Pentru ș tergere se selectează obiectul sau obiectele si se apasă tasta **Del**, urmată apoi de confirmare.



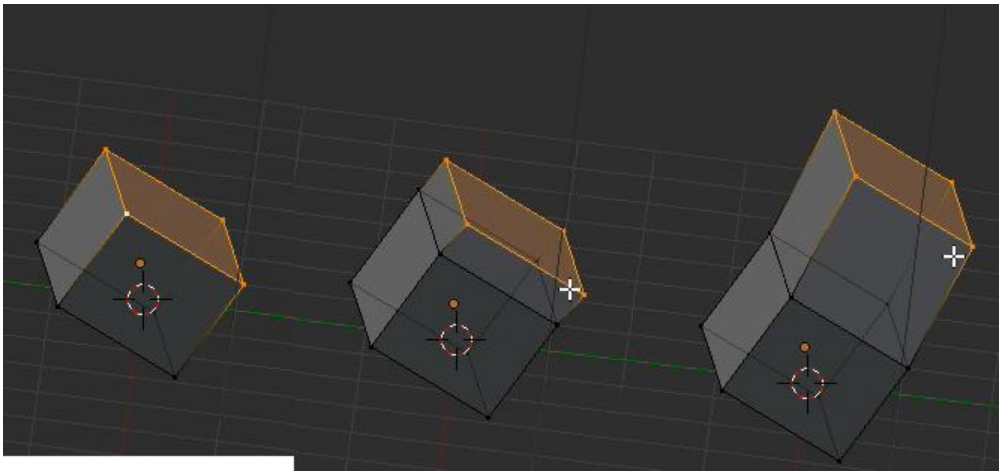




Edit mode – Transformările de mai sus se aplică obiectelor întregi. Totuș i, în Blender, obiectele sunt alcătuite din mesh-uri, adica dintr-o plasa formata din puncte (vertex), linii (edge) ș i fețe (face). De exemplu cubul din dreapta este format dintr-un mesh, cu 8 puncte, 12 linii ș i 6 fețe. Pentru a putea modifica mesh-ul unui obiect, trebuie sa trecem din „object mode” în „edit mode”. Acest lucru poate fi făcut prin meniul din josul interfetei sau prin apăsarea tastei **Tab**. Obiectul devine transparent, iar punctele ș i muchiile sunt îngroș ate cu negru. Ca ș i în „object mode” putem selecta puncte sau muchii ș i le putem aplica toate transformările de mai sus. Un tool foarte util de selectie, în cazul în care avem multe

puncte este „box select”. Acesta ne permite să selectăm toate punctele cuprinse în pătratul descris cu mouse-ul în timp ce ț inem apăsat butonul stâng (similar cu selectarea iconiț elor in windows). Pentru a deselecta folosind „box select”, vom folosi butonul din mijloc în loc de butonul stâng. Având astfel selecț ia facută putem să ș tergem (apăsând tasta x) punctele selectate, împreună cu toate punctele vecine acestora (Vertices), muchiile, împreună cu toate muchiile vecine acestora (Edges), sau doar faț a incadrată de respectivele puncte (Faces). În dreapta este o poza cu stergerea a 4 puncte dintr-un tor.

În plus există un tip de transformare foarte important, numit extrudare (extrude). Pentru a activa extrudarea folosim tasta e. Acest tip de transformare reprezintă duplicarea unui punct, a unei muchii sau a unei feț e, urmată de repoziț ionare. Un aspect foarte important este că elementele duplicate rămân conectate de obiectul iniț ial. Un exemplu de extrudare a unei feț e în poza de mai jos. Extrudarea unui punct creează o muchie, extrudarea unei muchii creează o suprafaț ă ș i extrudarea unei suprafeț e creează un numar de suprafeț e egal cu numărul de puncte selectate.

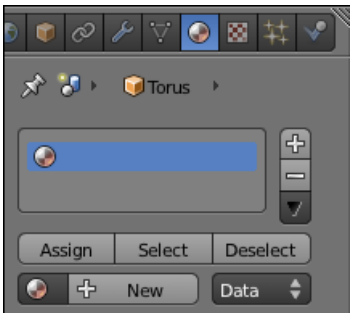


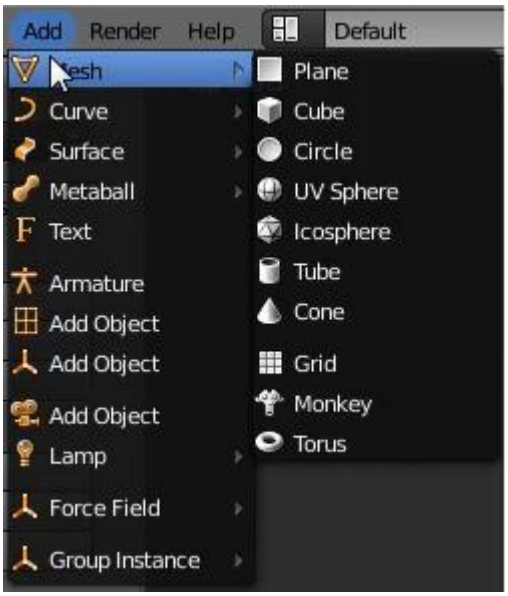
Adăugarea de noi obiecte – se face apăsând combinaț ia de taste shift + a sau din meniul Add. Pentru introducerea unui cub ar trebui să intrăm în submeniul Mesh ș i apoi să alegem Cube. Există multe tipuri de obiecte ș i în general foarte multe opț iuni, însă nu le vom descrie decât pe cele mai importante, întrucât acesta este un tutorial introductiv.

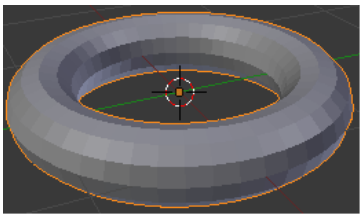
Materialele

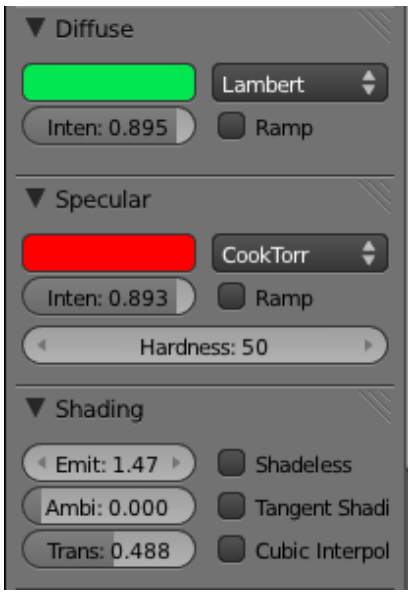
Materialele reprezintă felul în care un obiect, după ce a fost modelat, este colorat, perceput, și modul în care interacț ionează cu celelalte obiecte din punct de vedere vizual. Pentru început, culorile se setează, pentru un obiect, aplicând un material acelui obiect.















Adăugarea unui material se face navigând în tabul „material” din Properties Panel. În poza din dreapta se poate observa că nu este niciun material aplicat pentru respectivul obiect, in cazul nostru un tor. Iniț ial obiectul este colorat in gri. Adăugarea unui material se face folosind

butonul + New, dupa care se dă un nume, noului material. Materialul creat ar trebui să apară în listă ș i în acelaș i timp să ducă la deschiderea fereastrei de preview. În exemplu am denumit materialul MAT. În fereastra Preview avem previzualizarea materialului pe un obiect la alegere. În cazul nostru este o suprafata in formă de sferă între pereț i, pentru că seamănă cel mai mult cu un tor. Alte variante posibile sunt formele de plan, cub, maimuț ă, paie ș i sferă sub cerul însorit. Desigur materialele pot fi applicate ș i altor obiecte, de tip Wire, Volume, Halo, variante disponibile si in fereastra Preview. Sub-meniurile sunt numeroase, iar cele mai importante sunt:

Diffuse – culoarea de bază a materialului

Specular – culoarea luminii reflectate

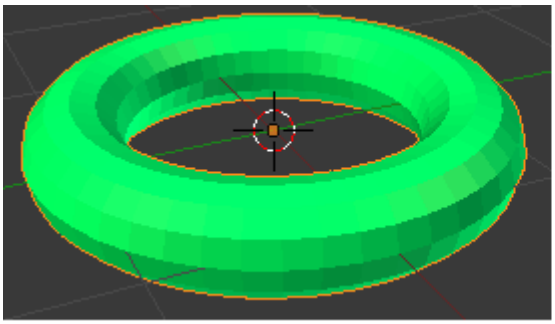
Shading – parametri de reflexie

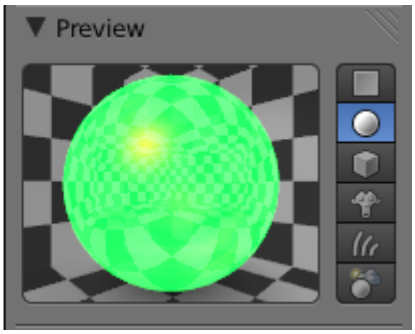
Transparency – parametri de transparenț ă ș i Ray tracing. Foarte important butonul de activare!

Mirror – parametri ce determină oglindirea obiectelor din jur

Shadow – parametri legaț i de primirea umbrelor ș i proiectarea umbrei proprii pe alte obiecte.

După configurarea acestor parametri ca in exemplele de mai sus, modificările pot fi remarcate in Viewport si in Preview:





Animarea

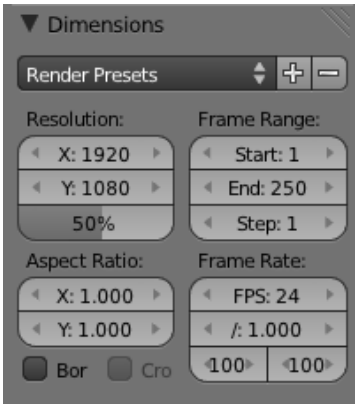
Blender a fost gândit pentru a face animaț iile cât mai uș or de realizat. Există multe tipuri de animaț ii, însă, în această secț iune, vom parcurge doar basic object animation.

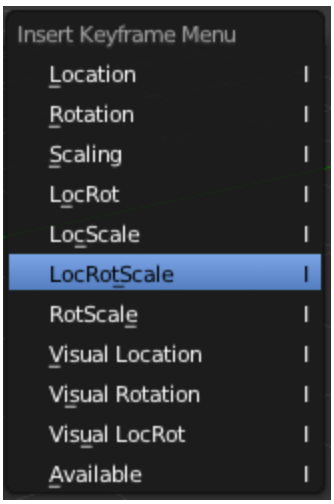
Animaț ia este strâns legată de the timeline, întrucât putem să stabilim caracteristicile unui obiect (pozitie, rotire, scalare) la fiecare moment de timp / frame.



Putem naviga prin frame-uri, frame-ul curent este marcat prin linia verde verticală pe timeline între 1 si 250. Desigur animaț iile pot fi mai lungi ș i nu trebuie neapărat să înceapă de la momentul iniț ial de timp. Momentele de început ș i de final pot fi configurate în căsuț ele Start si End. Un parametru foarte important al animaț iei este viteza de redare (frames per second). Acesta este configurat din tab-ul Render din Properties Panel din sub-meniul Dimensions Frame Rate.

Desigur ar dura foarte mult să stabilim poziț ia, manual, la fiecare moment de timp. De aceea există conceptul de keyframe menit să ne ajute în creearea animaț iei. Acesta marchează un frame ca fiind frame cheie în animaț ie. Caracteristicile obiectului între doua frame-uri cheie sunt determinate de frame-ul cheie iniț ial si de cel final. De exemplu, frame-urile 1 si 10 sunt frame-uri cheie. În frame-ul 1 obiectul este în pozitia x = 30, iar în frame-ul 10 obiectul este în poziț ia x = 50. În acest caz în frame-ul 2 obiectul va fi în poziț ia 32, în frame-ul 3 obiectul va fi în poziț ia 34 ș i aș a mai departe. Astfel vom obț ine animaț ia unei translaț ii în sens pozitiv pe axa OX. Desigur aceasta este o distribuire echilibrată ș i liniară a valorilor, pentru celelalte momente de timp. Totusi avem posibilitatea de a stabili o evoluț ie diferită de la o valoare la alta, de exemplu, logaritmică, parabolică, asimptotică. Stabilirea unui frame cheie se face apăsând tasta i, moment în care putem alege ș i caracteristicile pe care dorim să le memorăm. De exemplu putem alege doar poziț ia, sau scalarea si rotaț ia, sau toate trei.



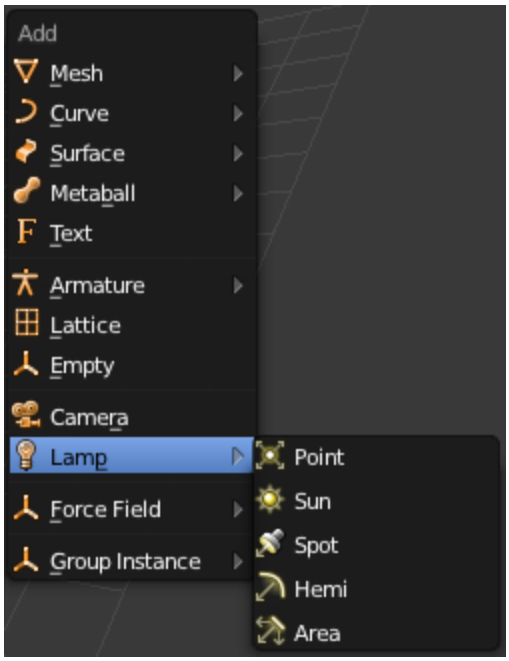


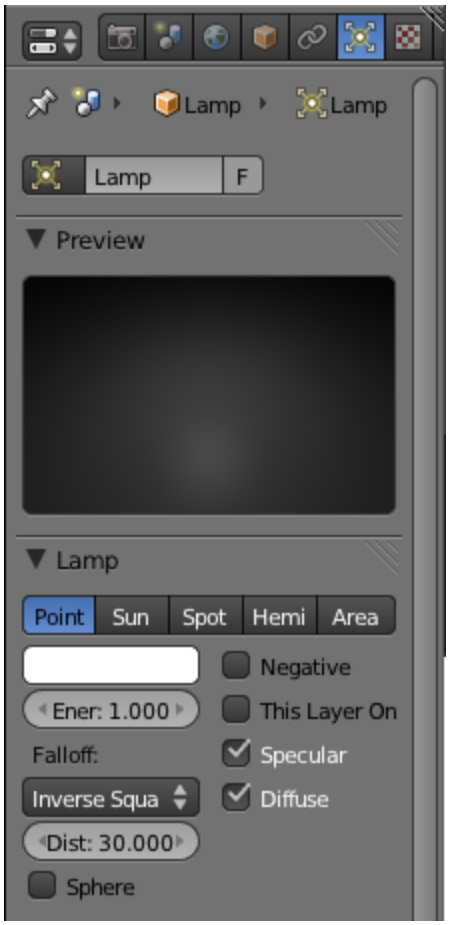
Putem vizualiza animaț ia dând play in ambele sensuri, deasemenea avem la dispoziț ie butoane pentru navigarea la keyframe-ul următor sau precedent, la începutul sau la sfârș itul animaț iei. În cazul în care dăm play, animaț ia va reîncepe automat de la început, în momentul în care ajunge la final.

Un mod mai comod de a stabili frame-uri cheie este folosind optiunea de Record (încadrată într-un pătrat galben în poza de pe pagina anterioară). După stabilirea keyframe-ului iniț ial putem să apăsăm butonul de record, iar apoi frame-urile în care facem modificări vor fi automat marcate ca frame-uri cheie. Putem chiar să înregistrăm o modificare a uneia dintre cele trei caracteristici ale obiectului în timp real apăsând record si apoi play si efectuând modificările pe obiect. Vom vedea cursorul galben cum parcurge animaț ia în timp ce facem modificările.

Luminarea scenei

Luminarea este un element foarte important pentru că determină felul în care obiectele sunt văzute în scenă. Efectul lor este vizibil numai la rendare, parte pe care o s-o parcurgem în secț iunea următoare. Luminarea unei scene se face introducând obiecte numite Lamp. Acestea sunt de mai multe tipuri, fiecare cu caracteristici proprii. De exemplu point, este un tip elementar, de baza, care răspândeș te o lumina difuză ș i nu foarte puternica, în toate direcț iile. Sun, pe de altă parte, este o lumină puternică ș i căreia îi este specificată o direcț ie. Configurarea unei lămpi se face prin selectarea acesteia ș i navigarea în Properties Panel în tab-ul Object Data. În acest sub-meniu avem un preview pe care putem observa setările lămpii în timp real (fără să rendăm scena). Putem alege tipul lămpii, iar fiecare lampă are parametri diferiț i de configurare. Totuș i caț iva parametri comuni sunt:





Culoarea – se configurează în patratul alb. Reprezintă culoarea luminii răspândite de lampă.

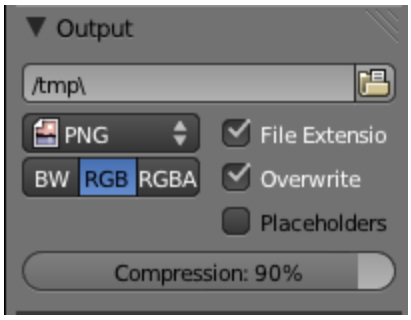
Ener – puterea (energia) lămpii.

Negative – optiunea de a întuneca zona afectată de lampă ș i nu a o lumina.

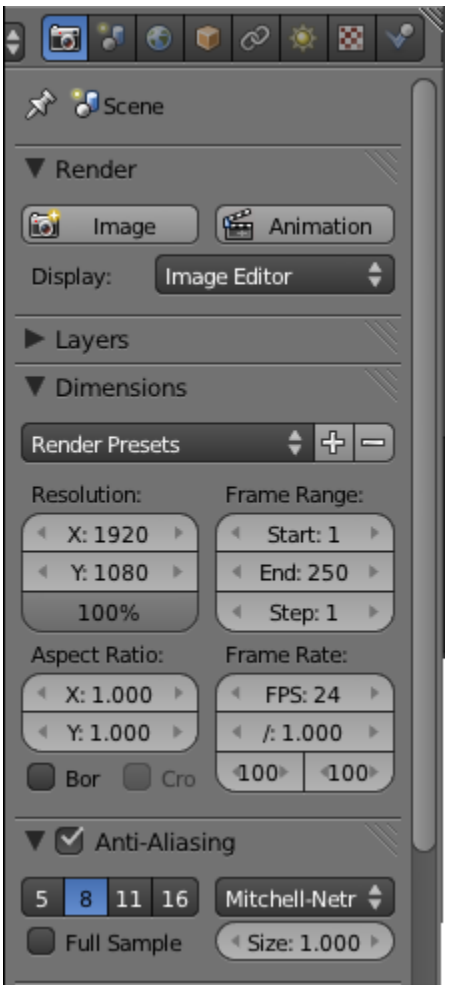
Specular – activarea strălucirii pe materiale

Rendarea ș i crearea filmelor

Reprezintă procesul final ș i scopul proiectului – vizualizarea rezultatelor. Parametrii acestui proces se configurează din tab-ul Render din Properties Panel.

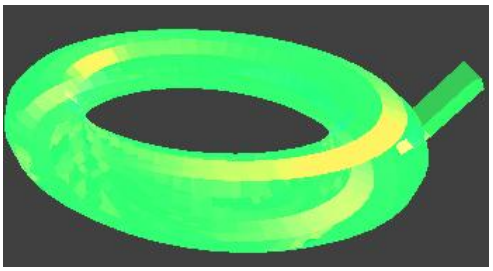


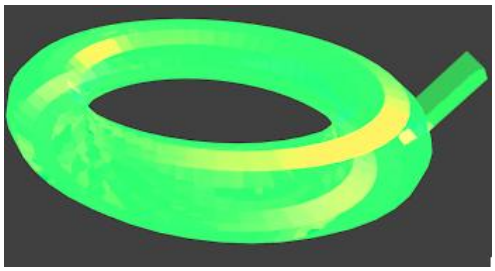




Un aspect foarte important este că obiectele rendate sunt cele vizibile din camera view și nu din unghiul în care vedem viewport-ul, în momentul in care pornim randarea. Putem fie să scoatem o singură poză, sau o animatie (o multitudine de poze). Pentru ambele tipuri există submeniul Output, în care putem configura formatul de ieș ire ș i directorul. O listă cu formatele de ieș ire disponibile se găseș te mai jos. Alț i parametri importanț i sunt rezoluț ia si factorul de scalare pentru rezoluț ia render-ului (100% in poza). Deasemenea sunt disponibile, pentru animaț ii, optiunile de Frame Range si Frame Rate, descrise intr-o secț iune precedentă. Un efect foarte important este cel de Anti-Aliasing. Fără acesta activat, liniile oblice apar alcătuite din linii orizontale, sau verticale înlănț uite. Este important de ț inut cont că rendarea poate dura foarte mult, iar cu cât adăugam mai multe efecte cu atât aceasta durează mai mult. Există ș i câteva opț iuni de calibrare a performanț ei pe care merită sa le parcurgem înainte de a porni rendarea.

Mai jos este o imagine finală a proiectului cu și fără Anti-Aliasing. Provocăm cititorul în identificarea versiunilor.





Referințe

Acest tutorial a fost compus folosind tutorialele pentru începători de pe site-ul http://www.blendercookie.com/getting-started-with-blender/

Pe acest site se găsesc multe alte tutoriale pentru începători și avansați: http://www.blendercookie.com/category/all/tutorials/

Câteva link-uri utile:

http://www.blender.org/education-help/manuals-books/

http://www.geckoanimation.com/community/article/animation-challenge-tutorial

http://www.blender.org/education-help/tutorials/animation/

http://www.blender.org/education-help/tutorials/tutorial-folder/blender-user-interface-tutorial/

http://wiki.blender.org/index.php/Doc:Reference/QuickStart

Wiki:

http://wiki.blender.org/index.php/Main_Page

Books:

http://wiki.blender.org/index.php/Doc:2.4/Books/Essential_Blender

http://en.wikibooks.org/wiki/Blender_3D:_Noob_to_Pro

3.2. Biblioteca Bullet Physics

Introducere

Bullet Physics este un engine capabil de detectarea coliziunilor in medii 3D, dinamica de corpuri moi si de corpuri rigide. Acesta este folosit indeosebi in jocuri dar si in efectele speciale din filme. Dintre jocuri, cateva exemple sunt: Toy Story 3, Grand Theft Auto IV, Free Realms, etc. Acesta a fost inclus si in testele din 3D Mark 2011. Dintre filmele cunoscute amintim 2012, Hancock, The A-team, Megamind, Shrek 4, etc.

Biblioteca este gratuita si poate fi descarcata si folosita sub licenta ZLib de pe site-ul oficial http://bulletphysics.org/wordpress/. Dintre principalele caracteristici amintim:

- Portabilitatea pe numeroase platforme incluzand PLAYSTATION 3, XBOX 360, Wii, PC, Linux, MAC OS X si iPhone.
- Simulari discrete si continue ce includ detectarea coliziunilor pe forme ce includ mesh-uri convexe si concave cat si primitive de baza (sfere, cutii, plane, etc.).
- Suport pentru constrangeri ce fac posibile miscari cu 1 sau 2 grade de libertate (balamale, slidere).
- Suport pentru obiecte deformabile cum ar fi franghii elastice, etc.
- Integrare in Maya (Maya Dynamica plugin), Blender si COLLADA.
- Posibilitatea descarcarii unei versiuni optimizate pentru Cell SPU de la adresa: https://ps3.scedev.net/projects/spubullet

Instalare

In acest tutorial vom folosi Bullet Physics pentru Windows, impreuna cu Microsoft Visual Studio. Pentru inceput trebuie descarcat codul sursa de la adresa http://code.google.com/p/bullet/downloads/list

Pentru lansarea unui nou proiect se recomanda folosirea CMake-gui (http://cmake.org/) pentru ca pune la dispozitie o multitudine de optiuni de compilare si optimizare. Pasii pentru folosirea cmake in crearea unui proiect se gasesc la adresa: http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/Creating_a_project_from_scratch

Fiind insa un tutorial introductiv, vom folosi o metoda mai simpla, manuala, de pornire a unui proiect. Vom presupune ca Bullet a fost dezarhivat in locatia: C:\bullet-2.77\ .

1. Se creeaza un nou proiect in Visual Studio:
2. File → New → Project: Choose Project types → Visual C++ → General → Empty Project.
3. Se creeaza un nou fisier C++ (main.cpp) in care se pune codul (detalii in sectiunea urmatoare).
4. Se deschide meniul de proprietati al proiectului (in Solution Explorer, butonul drept pe numele proiectului si Properties).
5. Se navigheaza in Configuration Properties → C/C++ → General → Additional Include Directories si se adauga C:\bullet-2.77\src.
6. Se adauga recursiv toate fisierele .cpp din directorul src in proiect.
7. Putem sa construim proiect (build).

Getting Started

In aceasta sectiune vom parcurge pasii de creare a unui program simplu (Hello World!) impreuna cu crearea unei lumi (Dynamics world) si simularea unei sfere care cade pe o suprafata. Aceasta sectiune este folositoare si pentru verificarea instalarii si functionarii corecte a bibliotecii Bullet. Pornim de la un program standard Hello World:

```
#include <iostream>
int main (){
        std::cout << "Hello World!" << std::endl;
        return 0;
}
```

Creating the world

Pentru inceput trebuie sa includem header-ul principal

```
#include <btBulletDynamicsCommon.h>
```

Ne propunem sa instantiem un obiect btDiscreteDynamicsWorld dar pentru a face acest lucru trebuie sa mai punem la punct cateva detalii. Acestea nu sunt neaparat necesare pentru un proiect atat de simplu ca Hello World dar acest exemplu se va dovedi folositor in proiecte mai importante.

Alegerea algortimului de Broadphase. Pentru ca este vorba de interactiuni intre corpuri, daca avem o scena cu foarte multe corpuri, fiecare pereche trebuie verificata pentru a detecta eventualele

interactiuni. Aceasta este o operatie care implementata naiv, dureaza O(n^2), unde n este numarul de corpuri. Totusi putem sa folosim un algoritm numit Broadphase (http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/Broadphase) pentru a elimina din perechile care nu au cum sa se ciocneasca, astfel imbunatatind performantele. Pentru marcarea perechilor se foloseste un filtru de coliziuni numit CollisionConfiguration (http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/Collision_Things). Deasemenea mai avem nevoie si de un solver, modulul care calculeaza interactiunile dintre obiecte si asigura realismul scenei. Acesta ocupa cel mai mult din puterea de procesare si tine cont de gravitatie, logica jocului, coliziuni si constrangeri. In Bullet, trebuie sa avem grija in mod special de obiectele alocate. Un obiect alocat trebuie sters din memorie, explicit, la incheierea executiei. Instantierile acestor obiecte mai jos, impreuna cu setarea gravitatiei:

```
#include <btBulletDynamicsCommon.h>
#include <iostream>
int main () {
    std::cout << "Hello World!" << std::endl;

    // Build the broadphase
    btBroadphaseInterface* broadphase = new btDbvtBroadphase();

    // Set up the collision configuration and dispatcher
    btDefaultCollisionConfiguration* collisionConfiguration = new
           btDefaultCollisionConfiguration();
    btCollisionDispatcher* dispatcher = new
           btCollisionDispatcher(collisionConfiguration);

    // The actual physics solver
    btSequentialImpulseConstraintSolver* solver = new
           btSequentialImpulseConstraintSolver;

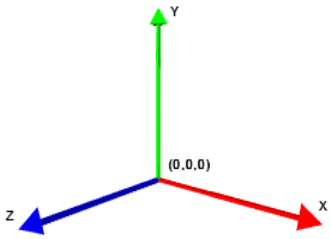
    // The world.
    btDiscreteDynamicsWorld* dynamicsWorld = new
btDiscreteDynamicsWorld(dispatcher,broadphase,solver,collisionConfigura
tion);
    dynamicsWorld->setGravity(btVector3(0,-10,0));

    // Do_everything_else_here
     // Clean up behind ourselves like good little programmers
    delete dynamicsWorld;
    delete solver;
    delete dispatcher;
    delete collisionConfiguration;
    delete broadphase;
    return 0;
}
```

Acest exemplu de program reprezinta punctul de pornire al oricarui program folosind Bullet.

Coliziuni si obiecte

Este important de retinut ca Bullet foloseste un sistem de coordonate de mana dreapta. Ne propunem sa simulam o sfera (un obiect dinamic, rigid) care cade pe o suprafata (un obiect static, rigid). Fiecare obiect trebuie sa aiba asociat o forma de coliziune (collision shape). Aceasta forma este doar pentru coliziuni, drept pentru care nu are masa, inertie, etc. In bullet putem sa asociem o forma de coliziune mai multor obiecte, pentru imbunatatirea performantelor. Totusi, in exemplul de fata avem doua forme diferite: pentru o sfera si un plan. Vom declara o forma ce defineste suprafata deasupra originii la y = 1 si o sfera cu raza de 1 metru. Este important de tinut minte ca si aceste obiecte trebuie sterse la sfarsit. Declararea lor:




```
btCollisionShape* groundShape = new btStaticPlaneShape(btVector3(0,1,0),1);
btCollisionShape* fallShape = new btSphereShape(1);
```

Planul se defineste prin normala la plan si constanta planului.

Urmatorul pas este sa adaugam corpurile si sa le asociem cu formele de coliziune. Fiecare corp are o stare a miscarii (MotionState) - http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/MotionStates. Aceasta descrie miscarea unui obiect, prin componenta de rotatie (reprezentata printr-un quaternion) si componenta de translatie (reprezentata printr-un vector cu 3 elemente). In crearea unui corp rigid, ii vom da ca parametru masa, MotionState, CollisionShape si un vector cu 3 elemente ce reprezinta inertia. Pentru ca vrem ca suprafata sa fie statica, o vom initiliza cu masa si inertia 0. In bullet aceste valori reprezinta o valoare infinit de mare si marcheaza un obiect imuabil. In final vom adauga obiectul scenei. Adaugarea sferei este foarte similara. Aceasta este declara cu o masa de 1 Kg si este amplasata la o inaltime de 50m de suprafata. Codul mai jos:

```
btDefaultMotionState* groundMotionState =
new btDefaultMotionState(btTransform(btQuaternion(0,0,0,1),btVector3(0,-
1,0)));
btRigidBody::btRigidBodyConstructionInfo
groundRigidBodyCI(0,groundMotionState,groundShape,btVector3(0,0,0));
btRigidBody* groundRigidBody = new btRigidBody(groundRigidBodyCI);
dynamicsWorld->addRigidBody(groundRigidBody); //adaugarea planului

btDefaultMotionState* fallMotionState = new
btDefaultMotionState(btTransform(btQuaternion(0,0,0,1),btVector3(0,50,0)));
btScalar mass = 1;
btVector3 fallInertia(0,0,0);
fallShape->calculateLocalInertia(mass,fallInertia);
btRigidBody::btRigidBodyConstructionInfo
fallRigidBodyCI(mass,fallMotionState,fallShape,fallInertia);
btRigidBody* fallRigidBody = new btRigidBody(fallRigidBodyCI);
dynamicsWorld->addRigidBody(fallRigidBody); //adaugarea sferei
```

Discretizarea simularii

Trebuie sa tinem cont ca procesul pe care urmeaza sa-l simulam este un proces continuu (neted). Totusi avem nevoie sa obtinem valorile parametrilor de un numar de ori pe secunda, numar ce va determina apoi si numarul de cadre pe secunda (fps). De exemplu ne propunem o frecventa de colectare a datelor de 60hz si un timp de rulare al simularii egal cu 5 secunde. Asta inseamna citirea a 300 de valori. Pentru fiecare pas se va printa inaltimea fata de pamant a sferei.

Acest lucru se face folosind functia stepSimulation. Codul folosit mai jos:

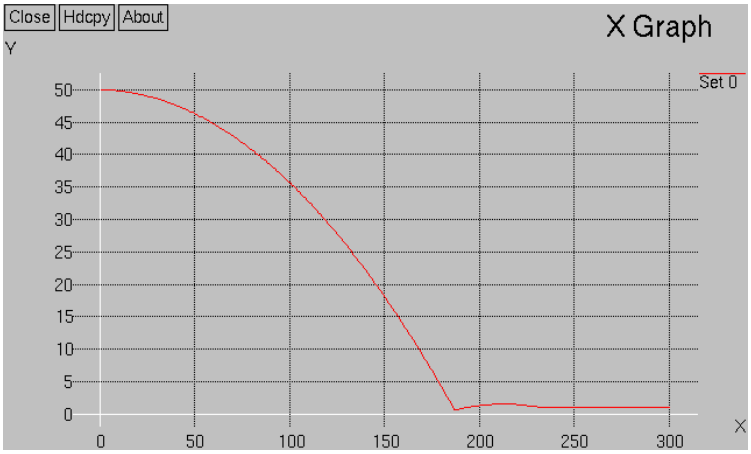
```
for (int i=0 ; i<300 ; i++) {
  dynamicsWorld->stepSimulation(1/60.f,10);
  btTransform trans;
  fallRigidBody->getMotionState()->getWorldTransform(trans);
  std::cout << "sphere height: " << trans.getOrigin().getY() << std::endl;
}
```

Rezultatul

Codul ar trebui sa aiba urmatorul output:

```
sphere height: 49.9917
sphere height: 49.9833
sphere height: 49.9722
...
sphere height: 1
sphere height: 1
```

Daca facem un grafic cu aceste valori obtinem urmatoarea figura:



Observam ca sfera loveste suprafata, apoi sare usor, dupa care revine iar pe suprafata unde ramane la o inaltime de 1m. Aceasta inaltime este egala cu raza sferei, distanta masurandu-se din centrul obiectului. Codul complet impreuna cu stergerea obiectelor instantiate se poate urmari la adresa: http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/Hello_World

Dimensiuni si unitati de masura

Implicit Bullet foloseste metrul pentru a masura distanta si secundele pentru a masura timpul. Obiectele care se misca se presupune ca au dimensiunile intre 0.05 (o portocala) si 10 (un camion). Discretizarea se face in fractiuni de secunda, iar gravitatia se masura in metri pe secunda la patrat (9.8 m/s^2). Daca vrem sa simulam obiecte mult mai mari si folosim valoarea constantei de atractie gravitationala implicita, simularea va parea ca se misca cu incetinitorul. Pentru inceput putem incerca sa scalam obiectele pana la aproximativ 1m. Scopul este sa folosim intervalul de valori pentru care bullet a fost proiectat (0.05 ; 10), pentru ca astfel simularea devine mult mai realista.

De exemplu simularea unei mese de snooker. Bilele sunt mici, aproximativ 4cm in diametru (raza de 0.02). In acest caz este o idee buna sa scalam lumea cu un factor de 100, astfel lucrurile se vor masura in centimetri si nu in metri. O bila va avea raza de 2, o valoarea cu care Bullet poate lucra mult mai realist.

Scalarea nu este un lucru simplu, iar cand aplicam acest procedeu pentru marirea realismului trebuie sa nu uitam sa scalam si urmatorii parametrii ai obiectelor: Collision shapes, pozitiile, viteza liniara, constanta de atractie gravitationala, impulsul, cuplul, inertia. Masa trebuie scalata in mult mai putine cazuri, doar daca, de exemplu, simulam obiecte atat de grele incat se risca depasirea valorii maxim reprezentabile de o variabila float.

Studiu mai departe

Bullet este un API foarte complex care contine sute de pagini de documentatie. In aceste pagini sunt documentate toate clase cat si aspecte generale ce tin de Bullet. Deasemenea pachetul include si multe exemple (C:\bullet-2.77\Demos\), ce ar trebui parcurse pentru a putea invata cum se foloseste Bullet la adevarata sa capacitate. Se recomanda parcurgerea urmatoarelor link-uri:

http://bulletphysics.com/ftp/pub/test/physics/Bullet_User_Manual.pdf

http://www.bulletphysics.com/Bullet/BulletFull/main.html

http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php/Glossary_of_Terms

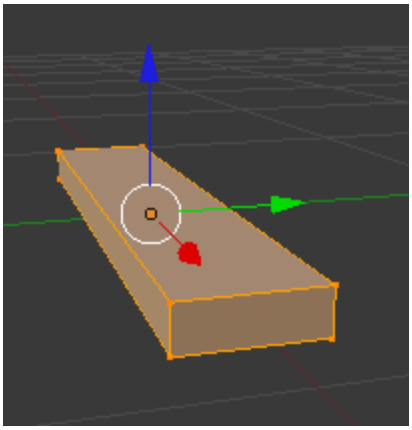
http://www.bulletphysics.org/mediawiki-1.5.8/index.php?title=Documentation

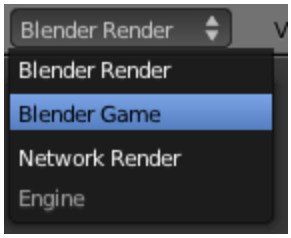
Integrarea in Blender

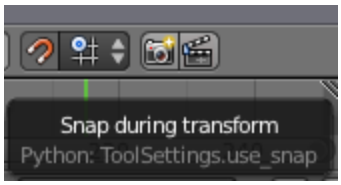
Din fericire Bullet Physics este integrat in Blender si poate fi folosit direct. In aceasta sectiune vom presupune ca cititorul deja a parcurs tutorialul introductiv de Blender. De notat ca si Blender game engine si Bullet Physics engine sunt componente ce ruleaza pe un singur thread. Din aceasta cauza simularea de sute de mii de obiecte nu este inca tractabila.

Modelarea

Ne propunem sa simulam, in Blender, o cladire facuta din placi (planks) de dimensiuni <15,3,1>, peste care se prabuseste o bila grea. De notat ca vom folosi blender 2.56 beta pentru Windows.







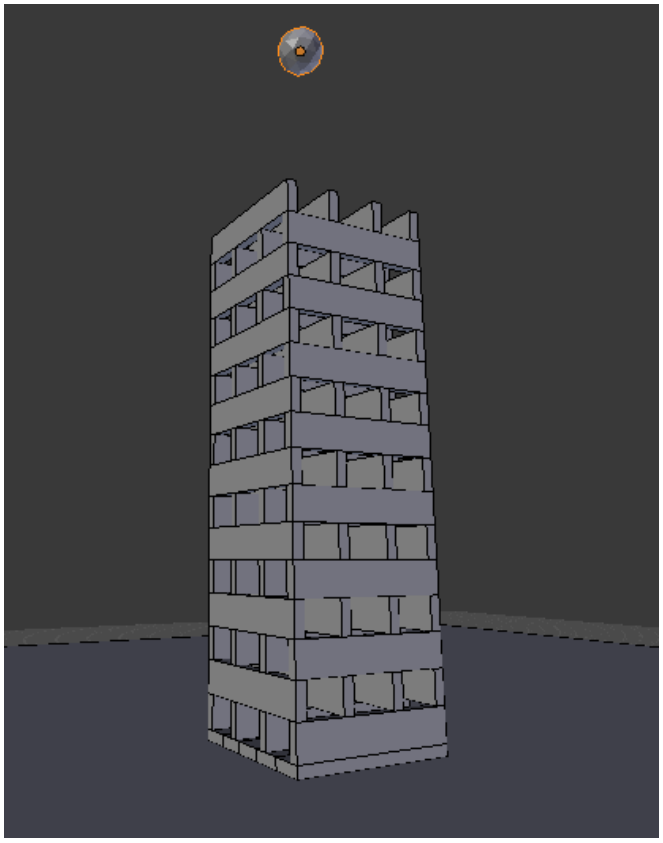
Primul pas dupa pornirea blender este sa trecem din modul implicit Blender Render in Blender Game. Apoi vom selecta cubul care se afla in mod implicit in mijlocul scenei si din tab-ul Object properties il vom redenumi in Plank si ii vom edita dimensiunile: X:15.000, Y:3.000, Z:1.000. Observam, ca obiectul este foarte mare in comparatie cu mesh-ul. De aceea el trebuie scalat, in continuare, la, sa zicem, 5% din dimensiunea sa actuala. Pentru aceasta selectam obiectul, apasam tasta s urmata de 0.05 si apasam enter. Plank-ul ar trebui sa arate ca in poza din stanga.

Urmatorul pas este sa editam proprietatile fizice ale acestui obiect. Pentru aceasta vom naviga in tab-ul Physics din Properties Panel. La Physics Type vom selecta Rigid Body, ceea ce inseamna ca este un solid si ca va suferi coliziuni cu alte obiecte. Desigur trebuie sa definim CollisionShape-ul pe care-l specificam si folosind API-ul Bullet Physics. In Blender aceasta caracteristica se numeste Collision Bounds care se activeaza tot din tab-ul Physics. Vom selecta Bounds: Box si Margin 0.060. Deasemenea vom dezactiva Damping pentru obiectul nostru setand Translation: 0.000 si Rotation: 0.000. Acesti parametri sunt folositi in principal pentru (de exemplu) simularea frecarii cu aerul. Deasemenea trebuie sa modificam raza de interactiune la valoarea Radius: 0.010.

In acest moment daca pornim animatia (Game Start Game Engine sau tasta p) observam ca plank-ul cade pana ce iese din cadru sub efectul gravitatiei.

Urmatorul pas este sa adaugam, suprafata pe care va sta cladirea noastra. Am putea fi tentati sa adaugam un plan, insa plan-ul nu este implementat ca forma in Collision Bounds. De aceea vom adauga un

cub, pe care-l vom modela exagerat de subtire, dar foarte lat si respectiv lung. Vom numi obiectul Ground si ii vom da urmatoarele caracteristici: Location: X:0.000 Y:0.000 Z:-1.000; Scale: X:10.000 Y:10.000 Z:1.000. Apoi din tab-ul Physics vom face obiectul Static, si deasemenea vom activa Collision Bounds de tipul Box pentru a face coliziunile foarte precise. Static inseamna ca obiectul nu se va misca, iar daca in acest moment activam animatia (p) vom observa ca plank-ul nu mai cade, ci ramane pe pamant.



Pasul urmator este sa construim cladirea. Pentru aceasta trebuie sa adaugam Plank-ul intr-un grup, numit Structure1. Acest lucru se face selectand obiectul Plank si din tabul Object Properties, selectam Add to Group lucru ce ne va ajuta mai tarziu sa selectam direct toata cladirea. Un alt lucru care ne va ajuta sa construim mai usor cladirea este functia Snap To Grid (iconita in forma de magnet din poza de pe pagina anterioara). Aceasta functie ne permite sa facem translatari ale obiectelor doar pe liniile mesh-ului. Deasemenea trebuie sa marim mesh-ul: vom intra in Properties (tasta n) apoi navigam in jos pana in submeniul Display si editam Lines: 1000, Scale: 0.050, Subdivisions: 10. Cu aceste modificari facute ascundem fereastra de properties (tasta n) si vom observa cum mesh-ul a devenit mult mai fin. Urmeaza sa construim cladirea. Vom face acest lucru duplicand rand pe rand cate un plank (alt + d) si pozitionandu-le asa cum ne dorim (translatari, rotiri). Apoi putem sa adauga o icosfera pe care o pozitionam deasupra cladirii. Nu uitam sa configuram caracteristiciile fizice pentru icosfera. In aceasta simulare icosfera are o masa de 40, de 40 de ori mai mare decat a unui plank. Scena ar trebui sa arata ca in poza din dreapta. Observam cladirea, suprafata pe care aceasta sta si bila distructiva de deasupra.

Texturile

Pentru inceput vom modifica shading-ul pentru OpenGL. Se merge in setarile Render-ului si din submeniul Shading se alege GLSL. Vom modifica modul de afisare al viewport-ului in Textured pentru a vedea in timp real modificarile. Apoi modificam lampa pentru a lumina constant. Adaugam un nou obiect UV Sphere pe care il facem foarte mare astfel incat sa includa toata scena. Urmatorul pas este sa inversam normalele sferei pentru a putea fi luminata din interior. Se modifica modul de Shading in Smooth apoi intram in Edit mode si din Toolbar (meniul din stanga) din submeniul Normals selectam Flip Direction. In acest moment sfera ar trebui sa fie luminata. Apoi vom adauga un material nou pentru sfera si o vom face Shadeless (submeniul Shading) pentru ca ii vom adauga o textura. Urmatorul pas este sa cautam o textura potrivita, sferica. Putem sa cautam pe Google Images: spherical map si sa salvam o poza care ne convine.

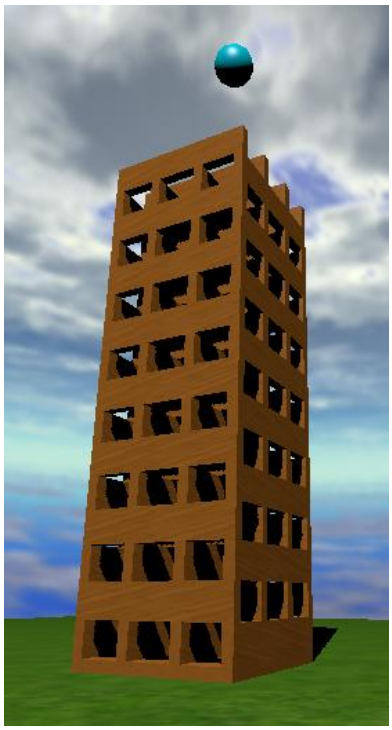
Se intra in tab-ul Texture (lanqa tab-ul Material) cream o textura noua de tipul Image or Movie, apoi de mai jos selectam Open si alegem poza salvata. Aceasta nu va fi afisata cum trebuie. Pentru a fi afisata cum trebuie navigam in submeniul Mapping si de la Coordinates selectam UV. Trecem inapoi in edit mode si din Toolbar din submeniul UV Mapping selectam Unwrap Sphere projection , Align to the Object. In acest moment poza este mapata corect pe sfera.

Pentru a activa umbrele, singurul tip de lumina care genereaza umbre in Blender Game Mode este tipul Spot. Vom modifica lampa noastra intr-o lumina de tip Spot, o vom indeparta de scena in asa fel incat sa lumineze toata scena si vom activa umbrele din submeniul Shadow optiunea Buffer Shadow si setarea parametrului Bias:0.100.

Urmatorul pas este sa adaugam o textura Ground-ului. Pentru aceasta putem sa cautam pe Google Images: Seamless tiling gras. Aplicam aceasta poza intr-o textura noua similar cum am aplicat textura sferei. De data aceasta insa nu mai este nevoie sa mapam noi textura, ea se mapeaza corect. Insa poza trebuie scalata din sectiunea Size a submeniului Mapping: X:10.000 Y:10.000 Z:10.000. Cu aceste noi modificari pamantul ar trebui sa fie acoperit de iarba. Pentru a nu fi prea

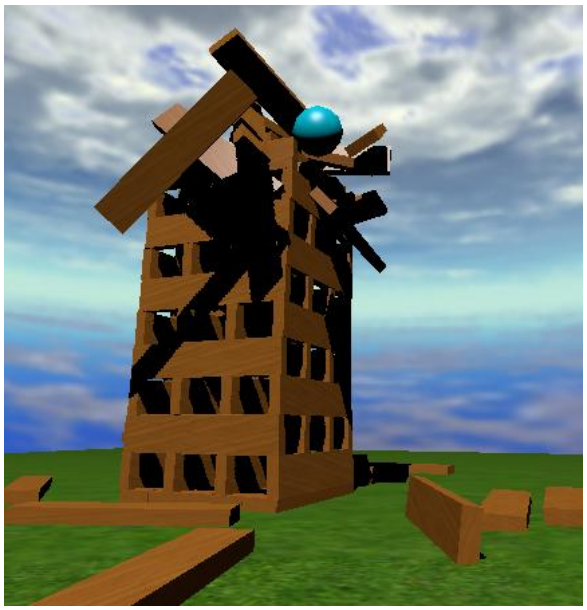
stralucitoare din submeniul Influence putem seta Specular Color la o valoare mai mica, de exemplu 0.600.

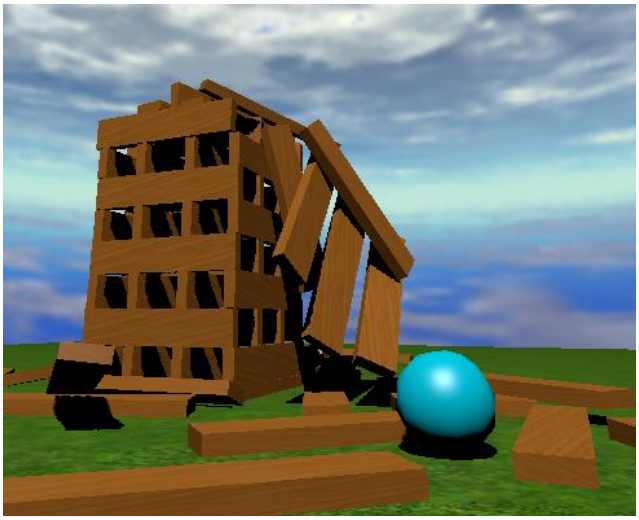
Pentru a adauga o textura de lemn plank-urilor putem sa procedam similar ca si cu celelalte texturi. Icosfera o vom face albastra folosind optiunea Material. Aliniem totul si putem porni scena. Din tab-ul Render submeniul Game, Start. Mai jos cateva frame-uri ale animatiei.











Pentru cateva clipuri cu alte simulari similare in Blender se recomanda vizitarea urmatoarelor link-uri:

http://www.youtube.com/watch?v=3Ilojin4vQ8&feature=iv&annotation_id=annotation_183061

http://www.youtube.com/watch?v=J9HaT23b-xc&feature=iv&annotation_id=annotation_525533

http://www.youtube.com/watch?v=lb8uT-NFYMI&feature=iv&annotation_id=annotation_740986

4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea pachetului software Blender sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Un sistem de calcul cu monitor de min. 22” si 500 MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Sistem de operare: Microsoft Windows XP, Vista, 7 sau Linux.
- Pentru generarea unor animatii si renderizari de durata si complexitate crescuta: un sistem de calcul performant de tip cluster.
- Pentru utilizarea Bullet Physics sunt necesare urmatoarele echipamente:
- Workstation cu monitor de min. 17” si 30MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, Vista sau 7 ca sistem de operare (disponibile gratuit prin programul MSDN AA).
- Microsoft Visual Studio (disponibil gratuit prin programul MSDN AA).
- Blender 2.5 sau mai nou (optional).

5. Rezultate aşteptate

- Familiarizarea cu aplicatii grafice pe calculator pentru procesarea clipurilor audio-video si TV.
- Realizarea de componente software complementare, care sa realizeze functionalitati specifice, cerute de catre editorul de sunet si imagine, si respectiv realizatorul TV.

- Proiectarea si dezvoltarea de clipuri de animatie 2D si 3D pe calculator, dupa specificatiile realizatorilor de programe.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Crearea de animatii si scene complexe utilizand tehnicile prezentate in cadrul tutorialului din sectiunile ce descriu pasii ce trebuiesc parcursi de catre studenti. Vizualizarea pozitiei unor obiecte care interactioneaza intre ele. Crearea unei animatii avansate folosind Blender pentru modelare si simulare

LUCRARE PRACTICĂ NR. 27

LP-27. Procesare şi compresie de clipuri audio şi video.

1. Tema lucrării

Procesare şi compresie de clipuri audio şi video

2. Obiectivul lucrării

In acest tutorial vor fi prezentate notiuni introductive ce tin de prelucrarea, procesarea, editarea si transformarea materialelor audio si video. Vor fi prezentate pachete software ca Audacity, SoundTouch Audio Processing Library, AviSynth si Avidemux.

3. Descrierea lucrării de practică: „Procesare şi compresie de clipuri audio şi video”

3.1. Introducere

In mediile de transmisie analogice, folosite la inceputurile televiziunii, semnalele video si apoi cele audio, sunt sub forma de unde. Aceasta este starea naturala a acestor informatii, pentru ca, atat sunetul, cat si lumina reprezinta o unda. Ulterior, avansarea tehnologiilor digitale a demonstrat ca un semnal digital este mai usor de transmis, reprodus si modificat, fata de un semnal analogic. Majoritatea dispozitivelor terminale (televizoare, playere audio, etc.) in zilele noastre sunt deasemenea digitale. Un televizor LCD, se foloseste de acest semnal determinand cu exactitate, pentru fiecare pixel, valorile RGB, cel mai probabil o valoare diferita la fiecare sutime de secunda (100 Hz). Observam, deci, o discretizare a undei luminoase (fenomen neted) in primul rand spatiala (peste imagine se aseaza un mesh de 1920x1080 (1080p) pixeli si astfel se identifica valoarea fiecarui pixel, folosind tehnici de netezire si aproximare) si in al doilea rand temporala (rata de esantionare fiind intre 60 si 100 Hz). Dispozitive care fac conversia de la analog la digital se numesc ADC (Analog to Digital Converter) si fac studiul materiilor ca Instrumentatia Virtuala si Achizitiile de Date.

Informatia in format digital brut (raw), ocupa de obicei un spatiu foarte mare. Sa luam ca si exemplu un film de cinema la rezolutia

1920x1080 cu 24 de frame-uri pe secunda. Vom presupune o calitate a imaginii de 8 biti pe fiecare canal (valori intre 0 si 255 pentru Red, Green si Blue) deci in total 3 octeti pentru fiecare pixel. Asta inseamna ca un frame va avea aproximativ 6 Mocteti, iar o secunda de film aproximativ 150 Mocteti. Momentan niciun hard disk nu poate sustine aceasta rata de citire, iar spatiul ocupat pe disk ar fi de aproximativ 500 Gocteti pentru fiecare ora de film, o valoarea uriasa. Din aceste motive, informatia video este de obicei codata folosind codecuri video: MPEG-*, DivX, Xvid, H.264, etc. Aceste codecuri nu sunt lossless, la comprimare are loc pierderea de continut: scaderea rezolutiei, a framerate-ului, a claritatii, etc.

Pe partea de audio, lucrurile stau foarte similar. Apare insa o problema la reprezentarea gamelor largi de sunete, de la sunete foarte fine pana la sunete foarte puternice, fara existenta zgomotului. Sa ne gandim la un concert de opera live: momentele linistite sunt marcate de o vioara care este aproape imperceptibila, chiar si in primele randuri de scaune, iar punctele culminante sunt marcate de replici puternice de orchestra si voce ce fac scaunul sa tremure. Reprezentarea acestor extreme sunt limitate de, dynamic range adica diferenta dintre cel mai puternic sunet si cel mai slab sunet. Compact Disc-urile audio reprezinta informatia pe 16 biti pentru fiecare frame audio. Acest bit-depth limiteaza dynamic range-ul CD-urilor audio la 96 Db. Numarul de frame-uri audio/secunda are directa legatura cu frecventele ce pot fi reprezentate. De exemplu un semnal de frecventa 10 KHz are nevoie de 10000 de frame-uri pe secunda pentru a fi reprezentat digital. Standardul pentru CD-uri audio este de 22050 frame-uri pe secunda pentru fiecare canal. Pentru ca exista doua canale (stereo) framerate-ul pentru CD este de 44100Hz. Si aici exista diferite codec-uri de comprimare, chiar si lossless a semnalului digital audio. Pentru transformarea unui semnal digital audio intr-un semnal analogic audio (sunete ce pot fi difuzate folosind difuzoare/boxe) se folosesc diferite decodoare si apoi un DAC (Digital to Analog Converter) urmate de amplificatoare analogice de putere.

Pentru documentarea mai in profunzime a notiunilor prezentate mai sus se recomanda pornirea de la articolele:

http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_bit_depth

http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_codec

http://en.wikipedia.org/wiki/Video_codec

precum si parcurgerea unei documentatii de specialitate.

In sectiunile urmatoare vom prezenta cateva utilitare de lucru uzual cu semnale digitale audio si video.

3.2. Audacity

Audacity (in traducere libera – îndrăzneală) este un utilitar gratuit (distribuit sub licenta GNU GPL), usor de folosit pentru editare si inregistrare audio. Se remarca necesarul, remarcabil de mic, de resurse: procesor de 300 MHz si 64 MB de RAM. Printre sistemele suportate se numara Windows, Mac OS X, Linux, insa poate fi orice sistem de operare cu compilator C++. Audacity poate fi folosit pentru:



- Inregistrari audio live.
- Convertirea de casete si vinil-uri in fisiere digitale sau cd-uri.
- Salvarea si citirea de fisiere audio in format Ogg Vorbis, MP3, WAV, AIFF.
- Editarea folosind cut, copy, splice (lipire) si mixarea sunetelor impreuna.
- Aplicarea de efecte ca Echo, Phaser, Wahwah, Reverse si alterarea tempo-ului si a pitch-ului independent unul de celalalt.

Instalare

Audacity se descarca de pe pagina oficiala a proiectului, de la adresa

http://audacity.sourceforge.net/download/

Windows: Versiunea recomandata pentru Windows 7 sau Vista este 1.3.12. Important de stiut este ca aceasta versiune este inca in stadiul Beta. Installer-ul care se descarca de pe site este simplu de folosit si suficient pentru a pune Audacity pe picioare. Dupa instalare acesta este pregatit pentru a fi folosit cu o singura exceptie. Pentru a salva fisierele in format MP3, Audacity are nevoie de codec-ul LAME MP3 Encoder ce poate fi descarcat de la adresa http://lame.buanzo.com.ar/. Este necesar sa descarcati versiunea “Lame

v3.98.3 for Audacity on Windows.exe". Dupa instalare, din setarile Audacity, submeniul Libraries se alege calea catre fisierul lame_enc.dll.

Linux: Pentru distributiile Fedora, Gentoo, SuSE/Open SUSE si Ubuntu, Audacity beta poate fi instalat si prin managerul de pachete. Totusi, poate fi compilat si direct din surse. Ca si dependente sunt necesare bibliotecile: wxGTK 2.8.10, libmad, libsndfile, Ogg Vorbis (libvorbis), versiunile dev. Compilarea este standard: ./configure && make Pentru alte optiuni de compilare se poate rula comanda ./configure –help Dupa ce compilarea este finalizata trebuie rulata comanda make install cu drepturi de root pentru ca instalarea sa fie finalizata, binarele sa fie copiate in directorul /bin/ etc. Ca si in cazul Windows, si pentru Linux, biblioteca LAME trebuia descarcat manual. Aceasta poate fi instalata prin managerul de pachete (libmp3lame0). Apoi din optiunile Audacity se cauta fisierul libmp3lame.so.0 cel mai probabil localizat in directorul /usr/lib/

Pentru instalarea bibliotecii FFMpeg se recomanda parcurgerea urmatorului tutorial:

http://manual.audacityteam.org/man/FAQ:Installation_and_Plug-Ins#How_do_I_download_and_install_the_FFmpeg_Import.2FExport_Library.3F

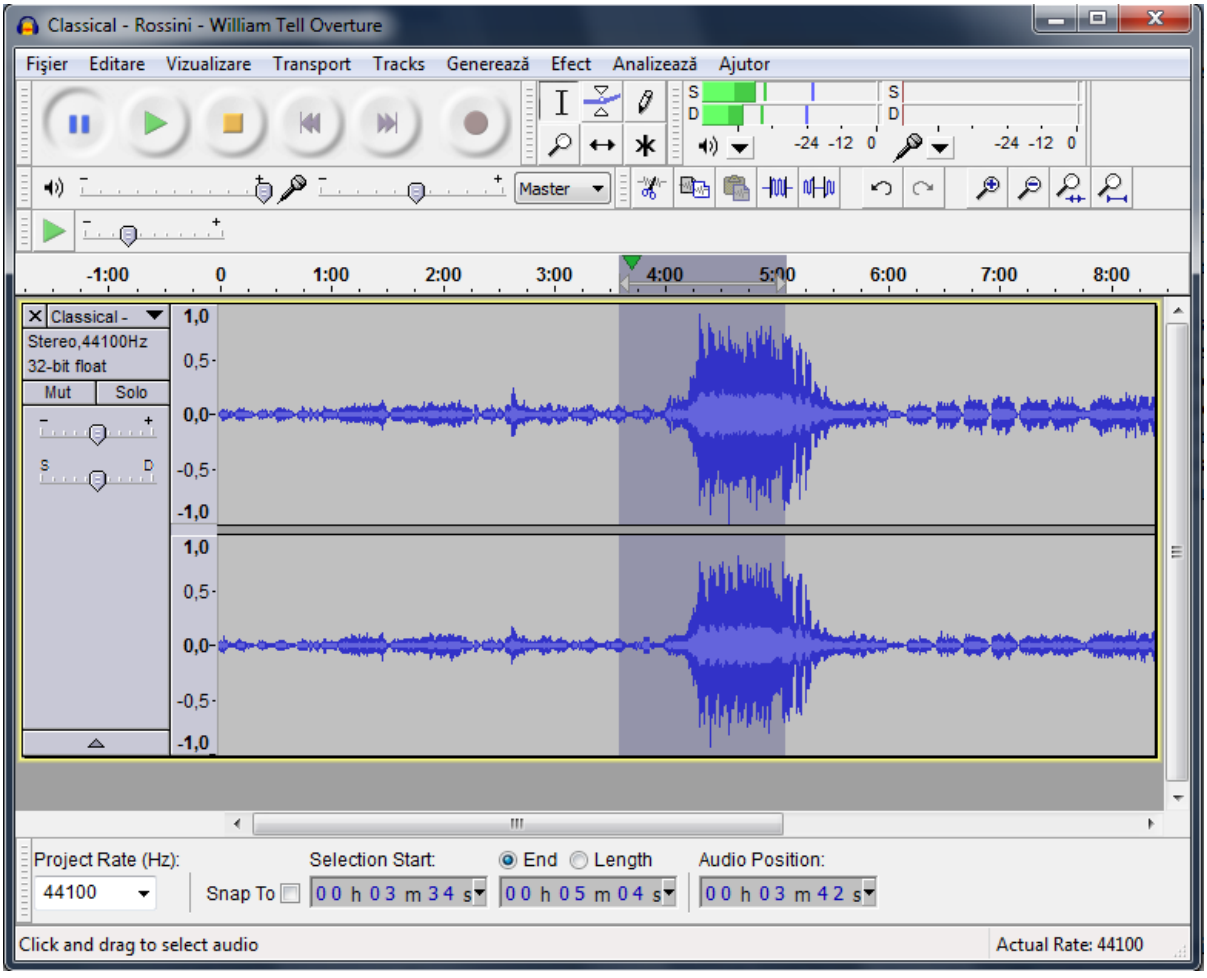
Utilizare

In acest moment suntem pregatiti sa utilizam Audacity. Putem incep prin incarcarea unui fisier audio. Foarte important de retinut este ca in Audacity toate semnalele sunt traduse in formatul .aup (Audacity project). In cazul in care sunt deschise fisiere necomprimate (wav sau aiff), pentru a micsora timpul de incarcare, aceste fisiere nu vor fi copiate ci vor fi doar referite. De aceea este posibil ca proiectul nostru sa depinda de alte fisiere. Dependentele pot fi verificate din File Check Dependencies. Proiectele Audacity nu pot fi redate decat in Audacity. Daca vrem sa salvam proiectul intr-un format ce poate fi ascultat intr-un player audio se va folosi functia Export. Dupa incarcare/analiza, in Audacity vom avea waveform-ul fisierului audio, raportat la timp. Acest waveform este un grafic de-alungul axei timpului pe care este marcata amplitudinea semnalului. Acesta este foarte util pentru orientare si pentru a vizualiza rezultatul actiunilor noastre. In plus poate fi foarte facil in

aplicarea unui anumit tip de efecte cum ar fi normalizarea (amplificarea unui semnal audio, la o valoare presetata).

Interfata grafica (pagina urmatoare) pune la dispozitie o serie de butoane ce faciliteaza utilizarea. Dintre acestea amintim clasicele: pause, play, stop, previous, next, record. In plus sunt puse la dispozitie butoane pentru tool-urile:

- Select (folosit pentru a selecta un segment din clipul audio in vederea editarii, aplicarii de efecte, etc.
- Envelope (folosit pentru a modifica amplitudinea selectiei).
- Draw (folosit pentru a modifica amplitudinea la nivel de frame).
- Zoom.
- Time-Shift.
- Multi-tool (folosit pentru a selecta automat celelalte 5 tool-uri in functie de pozitionarea mose-ului).



Urmeaza indicatoarele de nivel pentru volumul de redare si volumul de inregistrare cu optiunea de a alege o scara liniara sau una logaritmica(dB). Apoi sliderele pentru nivelul audio de redare si inregistrare si cateva tool-uri ca: copy, paste, trim, silence, zoom in, zoom out, fit to sceen. Un alt buton important este cel de Play-at-speed care ne lasa sa stabilim viteza de redare, folosind slider-ul vecin.

Din momentul in care avem o selectie facuta, putem sa aplicam efecte pe acea selectie. Exista mai multe clase de efecte cum ar fi efecte Built-in, VST, Nyquist, LADSPA, VAMP. Dintre efectele built-in cele mai uzuale sunt:

- Amplify: amplifica nivelul de redare, similar cu envelope / normalize.
- BassBoost: folosit pentru amplificarea frecventelor joase.
- Change Pitch: Schimbare Pitch fara schimbare Tempo.
- Change Tempo: Schimbare Tempo fara schimbare Pitch.
- Change Speed: Schimbare tempo si pitch.
- Voice cancellation: Elimina vocea din clipul audio.
- Compressor: Limiteaza dynamic range-ul avand posibilitatea sa faca zonele ce initial se aud tare sa se auda mai incet.
- Echo: Adaugarea efectului de ecou.
- Equalization: Egalizator pe numeroase canale de frecventa.
- Fade in, Fade out.

Deasemenea efectele VST sunt foarte utile pentru cei care vor, nu doar sa altereze ci sa si creeze. Acestea se pun in directorul plug-ins din folderul in care a fost instalat Audacity. Mai multe informatii despre potentialul VST la adresa: http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Studio_Technology. In plus Audacity vine in ajutor cu posibilitatea redarii si mixarii a mai multor clipuri audio in acelasi timp facilitand astfel compunerea melodiile. De exemplu se poate compune o melodie din trei track-uri de tobe, chitara si voce.

Efectele Nyquist sunt folosite pentru generarea de sunete si zgomote ca: Binaural Tones, Buzz tone, Harmonic Noise, Noise Band, Risset Bell. Acestea si multe altele pot fi descarcate de la adresa:

http://audacity.sourceforge.net/download/nyquistplugins

Exportarea

Dupa laboriosul proces de editare si mixare, a venit si momentul salvarii rezultatelor. Cum spuneam si intr-o sectiune anterioara, Audacity va salva implicit in formatul proprietar cu extensia .aup. Totusi pentru a putea reda rezultatul intr-un player audio obisnuit, trebuie sa exportam proiectul in unul din formatele uzuale. Printre formatele posibile se numara: formate necomprimate: AIFF (Apple) signed 16bit PCM, WAV(Microsoft) signed 16 bit PCM, GSM 6.10 WAV(mobile). Formate comprimate: MP3, Ogg Vorbis, FLAC, MP2, M4A, AC3, AMR, WMA. In plus Audacity ofera posibilitatea de a folosi un program extern pentru exportare.

FLAC



Abrevierea de la Free Lossless Audio Codec este un codec de compresie audio ce foloseste un algoritm de compresie fara pierderi. Exista 8 niveluri de compresie (1 – 8) 1 fiind cel mai rapid iar 8 cel mai performant. De regula rata de compresie este intre 40% si 60% si depinde si de continutul audio. Formatul FLAC nu este suportat pe majoritatea dispozitivelor mobile, insa poate fi cu usurinta redat pe un PC.

MP3

MP3 reprezinta abrevierea de la MPEG-1 Layer 3 sau MPEG-2 Layer 3 si este un codec de compresie audio ce foloseste un algoritm de comprimare cu pierderi. Acesta reprezinta un standard propus de cei de la ISO/IEC de descrierea a formatului fisierului audio. Comprimarea reprezinta echilibrul dintre calitate si spatiul ocupat pe disk. De regula aceasta se masoara prin notiunea de bitrare (kbit/s). Cateva bitrate-uri uzuale sunt 32, 64, 80, 128, 192, 320. Deasemenea acest format ofera posibilitatea varierii bitrate-ului micsorandu-l sau crescandu-l in functie de necesarul semnalului audio la momentul respectiv de timp. Desi este depasit ca performante (raportul calitate/spatiu ocupat) de codecuri ca Vorbis OGG, AAC, WMApro, formatul MP3 este inca foarte folosit datorita standardizarii si a trendului, precum si a portabilitatii pe dispozitivele mobile.

3.3. SoundTouch Audio Processing Library



SoundTouch este o biblioteca de procesare audio, open source. In principal este folosita pentru alterarea Tempo-ului, a Pitch-ului si a ratei de redare (Playback rate) fisierelor audio si a fluxurilor audio. Aceasta biblioteca este destinata developerilor care doresc sa scrie aplicatii (plugin-uri) de procesare audio. Dintre caracteristicile SoundTouch amintim:

- Suport pentru audio PCM de 16 si 32 de biti (mono/stereo).
- Suport pentru procesare audio real-time cu o latenta de maxim ~100ms.
- Interfata de programare usor de folosit via o singura clasa C++.

Instalare

SoundStretch se poate descarca de pe site-ul oficial de la adresa:

http://www.surina.net/soundtouch/download.html unde sunt puse la dispozitie binare ale versiunii 1.5.0 pentru Windows. Pentru Linux putem sa folosim managerul de pachete pentru a descarca si instala SoundStrech. Codul sursa se poate descarca de la adresa http://www.surina.net/soundtouch/sourcecode.html si poate fi compilat folosind gcc pe Linux (./configure && make && make install) sau in Visual Studio pe Windows.

Utilizare

SoundStrech nu vine cu o interfata grafica. El poate fi folosit doar in linia de comanda cu urmatoarea sintaxa: *soundstretch <infilename> <outfilename> [switches]*

<infilename> Numele fisierului de date de intrare (in format .wav). Poate lua valoarea stdin in cazul in care se foloseste cu un pipe.

<outfilename> Numele fisierului de date de iesire (in format .wav). Acest parametru poate fi omis in cazul in care se calculeaza doar BPM-ul. Poate lua valoarea stdout in cazul in care se foloseste un pipe.

[switches]:

-tempo=n Schimba tempo-ul sunetului cu n procente (n = -95.0 … +5000.0 %).

-pitch=n Schimba pitch-ul sunetului cu n semitonuri (n = -60.0 … +

60.0 semitonuri).

-rate=n Schimba viteza de redare a sunetului cu n procente

(n = -95.0 … +5000.0 %).

-bpm=n Detecteaza numarul de batai pe minut (beats per minute –

BPM) si ajusteaza tempo-ul pentru a avea n batai pe minut. Cand acest switch este folosit -tempo¬ este ignorat. Daca se foloseste doar -bpm atunci valoarea BPM este calculata si afisata fara a mai modifica tempo-ul.

-quick Foloseste algoritmul rapid de prelucrare, cu pretul pierderii

din calitate.

-naa Anuleaza folosirea filtrului de anti-alias in transpozitia ratei

de samplare. Are ca efect cresterea vitezei de prelucrare cu pretul pierderii din calitate.

Nota: *n* poate lua valori si intregi si reale.

Exemple de folosire:

soundstretch originalfile.wav destinationfile.wav -tempo=12.5

soundstretch orig.wav stdout -tempo=-25.3 -pitch=1.5

soundstretch orig.wav dest.wav -bpm=100

3.4. AviSynth

AviSynth este un tool puternic de post-procesare video ce functioneaza ca un frameserver (http://en.wikipedia.org/wiki/Frameserver) putand, astfel, sa proceseze clipurile video fara a avea nevoie de fisiere intermediare. Este gratuit, distribuit sub licenta GNU GPL si este disponibil doar pentru Windows. De regula este folosit intre o sursa digitala de semnal (de exemplu un fisier AVI sau MPEG) si un receiver de semnal (player media sau encoder). Acesta se pune intre sursa si destinatie, iar in momentul in care destinatarul cere de exemplu frame-ul 300, AviSynth va citi acest frame de la sursa, va aplica filtrele selectate si va furniza frame-ul destinatarului

Instalare

AviSynth poate fi descarcat de pe pagina sa de SourceForge de la adresa: http://sourceforge.net/projects/avisynth2/. Installer-ul este unul obisnuit pentru Windows si permite selectarea directorului unde urmeaza sa fie instalat.

Utilizare

Este bine sa folosim AviSynth pentru a modifica felul in care arata un video si pentru editari rapide si usoare. In general nu este foarte usor si nici indicat sa folosim AviSynth pentru a face montaj video sau pentru post-procesari avansate. Pentru astfel de task-uri sunt mult mai indicate programe ca Adobe Premiere si Adobe AfterEffects. Un mod foarte bun de utilizare este pentru pregatirea clipurilor inainte de incarcarea in acest programe, ajustand culorile, inlaturand zgomotul, facand crop/redimensionare, etc.

In general este bine sa folosim AviSynth inainte de compresia video. Multe din plugin-uri sunt scrise special pentru pre-procesare video inainte de compresie sau recompresie. In plus ofera plugin-uri ce fac clipul video mai comprimabil.

AviSynth nu are o interfata grafica. Interactiuni cu programul se face printr-un limbaj de scriptare foarte versatil. Daca totusi utilizatorul isi doreste un GUI, atunci se recomandata VirtualDubMod sau DVX. Scripturile se editeaza folosind un editor de text simplu ca notepad. Dupa finalizarea scriptului se salveaza cu extensia .avs. Fisierele cu aceasta

extensie pot fi deschise de majoritatea player-elor inclusiv de Windows Media Player.

Editare liniara

Este cel mai simplu mod de editare pus la dispozitie de AviSynth. In acest mod nu vom folosi variabile sau moduri avansate de editare. Pur si simplu intre sursa si destinate se interpun niste filtre. Iata mai jos cateva exemple:

BlankClip()

Subtitle("Hello, world!")

sau

Version()

BlankClip() si Version() sunt filtre sursa, adica nu modifica un clip ci genereaza unul. Daca deschidem scriptul editat mai devreme vom privi un clip de 10 secunde in care este afisata versiunea de AviSynth impreuna cu nota de rezervare a drepturilor de autor.

Version()

ReduceBy2

La scriptul vechi am adaugat si un filtru de transformare care ia clipul precedent si ii micsoreaza rezolutia de doua ori. Daca deschidem acum fisierul vom observa modificarile…

Version()

comment

Trim(120,150)

FadeOut(10)

Scriptul precedent va afisa doar frame-uri intre 120 si 150 (numerotarea frameurilor incepe de la 0) si in plus va intuneca progresiv ultimele 10 frame-uri pana la negru total (ultimul frame). Pentru a folosit un clip adevarat putem sa inlocuim linia Version() cu linia AVISource(“D:\video.avi”) # sau orice cale valida.

Editare non-liniara

Reprezinta un mod mai avansat de editare. Putem de exemplu sa combinam clipuri audio si video. De exemplu pentru a reda doua clipuri video in acelasi timp putem sa folosim o constructie de forma:

StackVertical(AVISource(“D:\video1.avi”), AVISource(“D:\video2.avi”)) sau *StackHorizontal*. Putem sa le folosim chiar pe cele doua impreuna, pentru a vizualiza 4 clipuri in acelasi timp.

Alt filtru foarte util este UnalignedSplice, care concateneaza pana la 16 fisiere video. O notatie mai rapida, dar cu acelasi efect este enumerarea surselor cu + si nu cu virgula. Daca de exemplu avem un webcam care creaza un nou fisier video la fiecare minut, iar sunetul aferent se afla intr-un fisier .wav, putem sa combinam totul cu un script de forma:

```
AudioDub(AVISource("d:\capture.00.avi") + \
AVISource("d:\capture.01.avi") + \
AVISource("d:\capture.02.avi"), \
WAVSource("d:\audio.wav"))
```

Caracterul / se foloseste pentru a marca continuarea coomenzii pe urmatorul rand. O lista completa cu filtrele suportate de AviSynth se gaseste la adresa: http://avisynth.org/mediawiki/Internal_filters. Se recomanda si parcurgerea documentatie oficiale de la adresa: http://avisynth.org/mediawiki/Main_Page.

3.5. Avidemux

Avidemux este un software gratuit, open-source, gandit pentru editare si procesare video. Este foarte portabil si poate fi folosit pe o multitudine de sisteme de operare inclusiv Linux si Windows. Pentru ca este scris in C++ este foarte rapid, iar interfata grafica poate folosi GTK+ sau Qt. Avidemux poate fi folosit pentru editare video non-liniara prin aplicarea de efecte si convertirea in alte formate. O parte dintre efecte au fost portate de la MPlayer si AviSynth. Poate coda clipuri video in formatul H.264/MPEG-4 AVC, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 Part 2. O

lista completa a formaturilor de intrare si iesire, suportate, se gaseste la adresa:

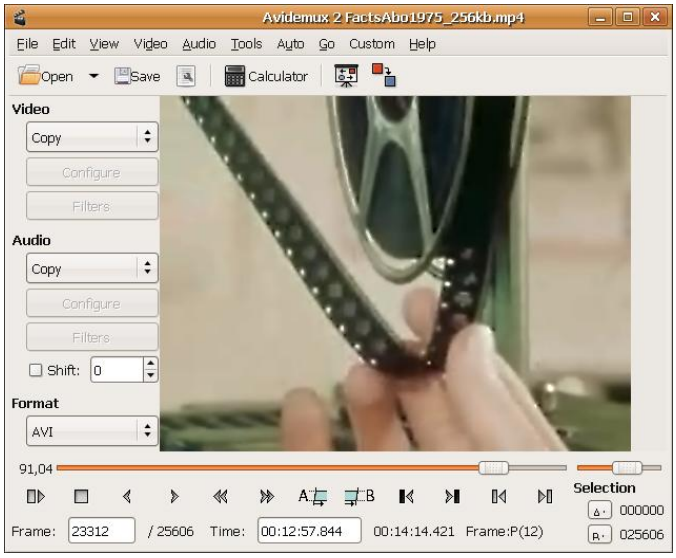
http://en.wikipedia.org/wiki/Avidemux#Supported_formats

Instalare

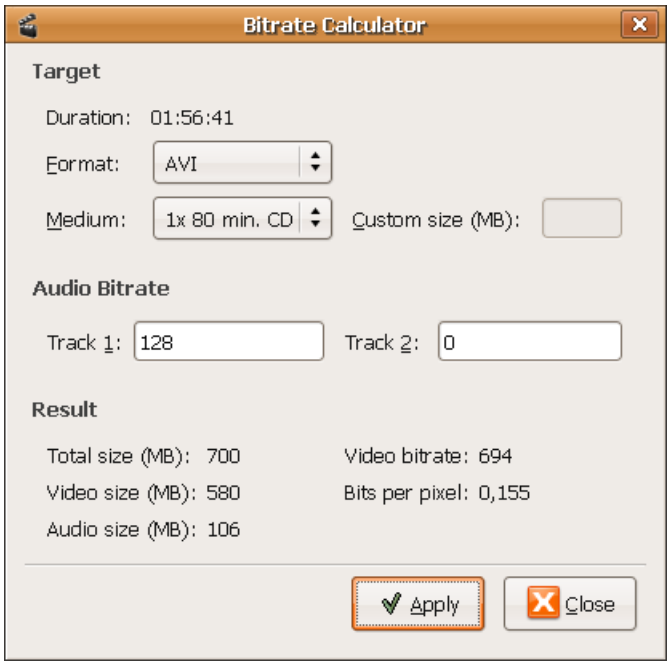
Avidemux se poate descarca de la adresa: http://fixounet.free.fr/avidemux/download.html. Varianta pentru Windows dispune de un installer usor de folosit. Pentru a instala pe Linux se recomanda parcurgerea instructiunilor de la adresa: http://www.avidemux.org/admWiki/doku.php?id=build:install_2.5

Utilizare

Interfata cu utilizatorul este simplista si include vizualizarea rezultatelor efectelor aplicatie.



In plus Avidemux dispune de un Bitrate Calculator folosit pentru a fixa dimensiunea pe care dorim s-o aiba clipul la finalizarea compresiei. Printre alte capabilitati ale Avidemux amintim:



- Cutting.
- Copy/Paste, Autosplit.
- Avi to DVD.
- DVD to Avi.

- Optimizari pentru comprimare de animatii.
- Comprimare folosind codecul de inalta calitate H.264 (x264 library).
- Procesare in serie (batch processing).
- Scrierea de noi filtre.
- Dual-audio.
- Integrarea de subtitrari.
- Etc.

Pentru o lista completa a capabilitatilor Avidemux se recomanda parcurgerea documentatiei: http://www.avidemux.org/admWiki/doku.php

4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea Audacity, SoundStretch, AvySynth si Avidemux sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Workstation cu monitor de min. 17” (min. 1024x768) si 100MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, Vista sau 7 ca sistem de operare (disponibile gratuit prin programul MSDN AA), sau Linux.
- Acces la cluster-ul NCIT pentru batch processing (Avidemux).

5. Rezultate aşteptate

- Editarea si crearea de clipuri audio.
- Editarea si crearea de clipupuri video de inalta rezolutie si calitate.
- Comprimarea clipurilor audio/video si pregatirea pentru difuzarea online.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Compunerea unui clip video complex similar cu rezultatul din sectiunea 3.4. Aplicarea de diferite filtre audio, cum ar fi cel de inlaturare a vocii, similar procedeelor descrise in sectiunea 3.2.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 28

LP-28. Utilizarea platformelor hardware de ultimă oră pentru conversia, procesarea şi prepararea imaginilor raster sau vectoriale.

1. Tema lucrării

Utilizarea platformelor hardware de ultimă oră pentru conversia, procesarea şi prepararea imaginilor raster sau vectoriale.

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea isi propune prezentarea notiunilor introductive de creare si prelucrare a imaginilor folosind GIMP. De asemenea se urmareste posibilitatea prelucrarii acestor imagini folosind diferite filtre si efecte, precum si dezvoltarea de noi filtre. Aplicarea acestora pe cantitati mari de date intr-un timp scurt.

3. Descrierea lucrării de practică: „Utilizarea platformelor hardware de ultimă oră pentru conversia, procesarea şi prepararea imaginilor raster sau vectoriale”

3.1. Introducere

GIMP este un tool pentru manipularea de poze ce poate fi instalat pe o multitudine de platforme. Din modurile in care GIMP poate fi utilizat, amintim: retusare foto, construirea de imagini, compozitia imaginii. Poate fi folosit atat pentru task-uri simple, cum ar fi desenarea de forme geometrice, cat si ca modul central intr-un sistem online de procesare, rendare si conversie de imagini.

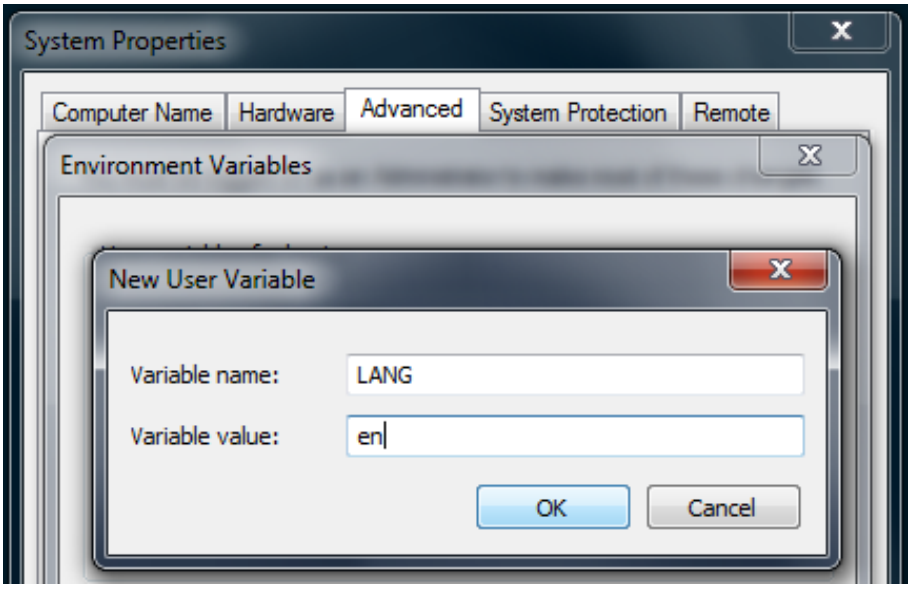
GIMP a fost proiectat pentru a putea fi completat cu plug-in-uri si extensii ce pot face aproape orice. Aceasta interfata avansata de scriptare, permite programarea atat de task-uri simple cat si de task-uri complexe. Unul din marele avantaje GIMP este ca este disponibil pentru multe sisteme de operare inclusiv: Linux, Windows si Mac OS X.

3.2. Instalare

Linux: De obicei Gimp este disponibil pe majoritatea distributiilor de Linux. In cazul in care pachetul nu a fost instalat la instalarea sistemului

de operare se poate folosi managerul de pachete pentru instalare, de exemplu apt-get gimp sau yum gimp. Deasemenea pentru utilizatorii mai avansati, codul sursa se poate descarca de pe orice mirror gimp (ftp://ftp.gimp.org/pub/gimp/v2.6/) si apoi compila manual. Momentan, cea mai recenta versiunea este *gimp-2.6.11*. De obicei gimp detecteaza automat limba de afisare a meniurilor si optiunilor. Totusi este de preferat ca acestea sa fie afisate in limba engleza. Pentru aceasta este nevoie de configurarea unei variabile de mediu: *LANG=en gimp*. Aceasta atribuire poate fi inclusa in scriptul de logare al shell-ului sau se poate crea un script de lansare al programului. Gimp se lanseaza cu comanda *gimp*.

Windows: In cazul Windows-ului se pune le dispozitie un installer pentru a inlesni procesul de instalare. Acesta este disponibil doar pentru Windows XP SP2 sau mai recent, la adresa http://www.gimp.org/downloads/ . Instalarea este intuitiva si permite selectarea componentelor ce vor fi instalare, destinatia, si asocierea programului cu diferite tipuri de extensii de fisiere. Gimp va detecta automat limba de afisare a meniurilor si optiunilor, insa este de preferat ca acestea sa fie afisate in limba engleza. Limba de afisare se poate schimba accesand **Control Panel → System Properties → Advanced → Environment Variables** si click pe butonul New. Noua variabila se completeaza ca in poza de mai jos:



Pentru validare se da ok la cele 3 ferestre deschise si se restarteaza Gimp. In acest tutorial, va fi folosit Gimp pentru Windows, dar lucrurile sunt identice si pentru versiunea de Linux.

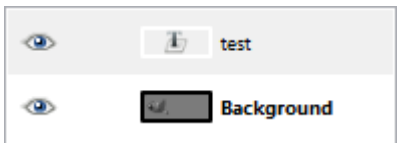
3.3. Quick-Start







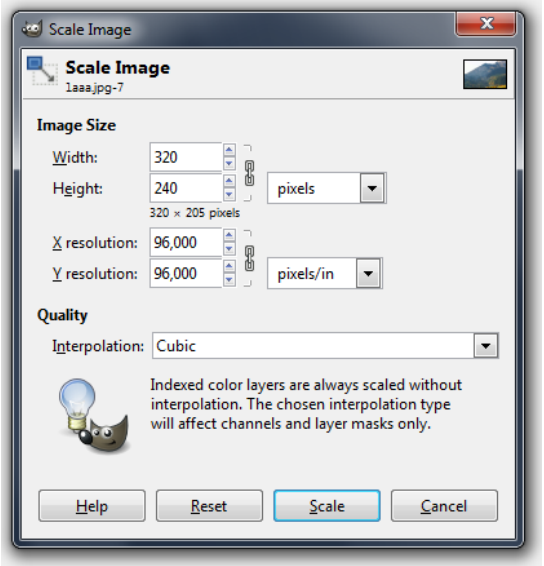
Spre exemplu sa deschidem poza cu logo-ul gimp pe fundal portocaliu. Pentru inceput, putem sa transformam culorile in nuante de gri-uri. Vom naviga in meniul **Colors** → **Hue-Saturation** si vom reduce la minim nivelul Saturation, apoi OK. Urmatorul pas este sa stergem textul gimp si sa punem un text personal, de exemplu test. Pentru inceput alegem Color Picker Tool si selectam culoarea de fundal. Apoi alegem Paintbrush Tool si cu un Brush in forma discoidala de 11 vom sterge textul gimp. Apoi vom pune propriul text, folosind Text Tool. Pana acum editam layer-ul de background. Layerele pot fi vazute din meniul Layers (alt+L). Text tool va crea un nou layer. Introducem textul test si alegem fontul Trebuchet MS Italic si marimea 25 px, apoi culoarea alba. In fereastra Layers putem observa ca a fost creat un nou layer peste layer-ul initial de background. Nu nu mai ramane de facut decat sa aplicam o usoara umbra textului. Se selecteaza layer-ul creat mai devreme si se intra in meniul **Filters** → **Light and Shadow** → **Drop Shadow**... Din acest meniu se aleg urmatoarele valori: Offset X: 0, Offset Y: 2, Blur radius: 1, Color: negru, Opacity 80. Acest filtru are ca efect crearea unui nou layer, sub layer-ul initial care contine umbra. Rezultatul final in poza din dreapta. Tool-urile folosite mai sus (Text Tool, Color Picker Tool, Paintbrush Tool) se selecteaza din fereastra **Toolbox** si au iconite sugestive.







3.4. Manipularea imaginilor



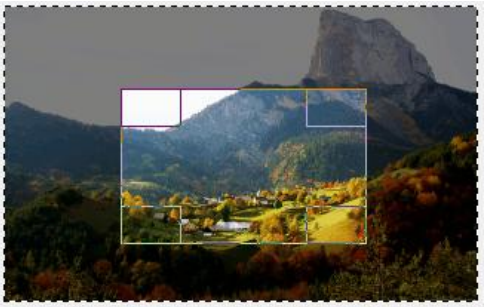
Initial, poate ca nu ne propunem editarea unei poze in moduri spectaculoase sau crearea uneia, ci doar modificarea parametrilor, decuparea sau schimbarea dimensiunilor.

Pentru inceput, cand deschidem o poza in Gimp, ea va fi deschisa cu un factor de zoom astfel incat sa apara, in intregime, pe ecran. Factorul de zoom este afisat in partea de jos a ferestrei cu imaginea. Pe

margini sunt marcate, cu un grid dimensiunile, in pixeli, dar putem sa schimbam unitatea de masura in milimetri, inchi, etc... Tot in bara de jos avem si locul pe care imaginea il ocupa in memorie. In bara de sus se afla titlul pozei, numarul de layere, rezolutia si modul de stocare al pozei (cel mai utilizat este RGB).

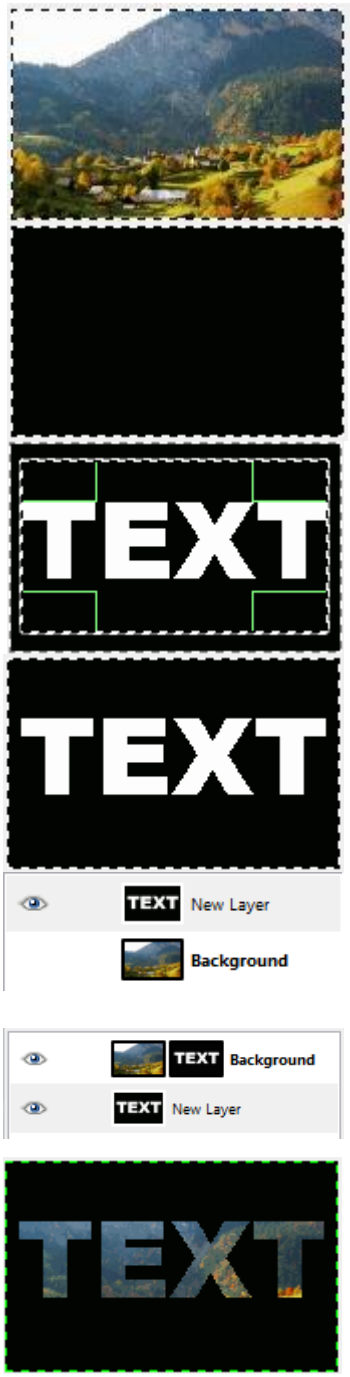
Ca si exercitiu am deschis o poza mare de 1920x1200 salvata in format jpg ce ocupa aproximativ 800 KB pe disk. Sa presupunem ca vrem sa folosim aceasta poza intr-un site web, insa este prea mare. Desigur folosind parametri html putem sa micsoram poza, insa utilizatorul va trebui sa descarce intreaga poza, ingreunand incarcarea site-ului. Solutia este sa modificam dimensiunile pozei (resize) la cele pe care ni le dorim, de exemplu 320x200. Pentru aceasta vom intra in **Image** → **Scale Image**... de unde putem modifica atat numarul de pixeli al imaginii cat si numarul de pixeli pe unitatea de lungime (rezolutia). Fie ca modificam marimea sau rezolutia, valorile pentru X si Y se modifica simultan pentru a pastra raportul initial dintre cele doua, in cazul nostru acesta fiind de 1.6. Apasarea butonului **Scale** va executa modificarile. Daca nu suntem multumiti putem sa facem **Undo**... Aceasta optiune este disponibila pentru a reveni cu numerosi pasi in trecut, numarul fiind limitat doar de memoria fizica disponibila. Salvand poza, observam ca ocupa doar 30 KB pe disk, o dimensiune rezonabila pentru o pagina web. Pentru alte modificari cum ar fi rotirea sau oglindirea, se acceseaza meniul **Image** → **Transform**. Alt meniu foarte important din meniul **Image** este meniul **Mode**. Din acest meniu putem sa schimbam modul de stocare al pozei din RGB (red, green, blue – color) in nuante de gri-uri (greyscale) sau in modul indexat. Modul indexat foloseste doar un numar limitat, stabilit, de culori, si va salva fiecare culoare dupa index-ul sau si nu dupa valoarea sa rgb. Mai multe detalii la urmatoarele link-uri:
http://en.wikipedia.org/wiki/RGB_color_model
http://en.wikipedia.org/wiki/Color_depth#Indexed_color

Un alt tool foarte util este acela de decupare (Crop), care se acceseaza din meniul **Tools** → **Transform Tools** → **Crop** sau din **Toolbox**. Avand acest tool selectat, descriem un chenar pe poza initiala si imediat ce eliberam butonul mouse-ului observam ca ce a fost lasat in afara chenarului a fost intunecat



(continutul ce urmeaza sa fie eliminat). Inainte de eliminare putem sa modificam zona selectata, marind-o sau micsorand-o pe orice directie. Un click pe zona selectata va inlatura continutul din afara chenarului, aplicand crop-ul.

3.5. Crearea imaginilor

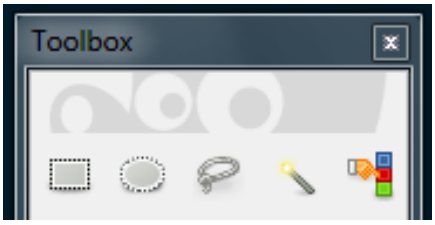


Se obtin rezultate impresionante in momentul in care mai multe layere interactioneaza intre ele. De exemplu sa ne propunem sa “tapetam” un text cu poza de mai sus. Pentru inceput vom creea un layer negru. Acest lucru se face selectand culoarea neagra din selectorul de color apoi folosind butonul de **new layer** din fereastra **Layers**. Gimp va auto detecta dimensiunile layer-ului la dimensiunile pozei, optiune care este potrivita si pentru scenariul nostru. La **Layer Fill Type** se alege **Foreground color** si se apasa **create**. In acest moment doar layer-ul negru va fi vizibil, acoperind layer-ul ce contine peisajul. Pe layer-ul negru ne dorim sa scriem, cu alb, un text. Text Tool automat creaza un nou layer ce contine doar textul. Daca dorim sa avem un text pe fundal negru trebuie sa unim cele doua layere. Din fereastra **Layers** se marcheaza ca **visibile** doar layer-ul negru si layer-ul cu text apoi din meniul aparatul cu click butonul drept al mouse-ului se alege optiunea Merge Visible Layers… Urmatorul pas este sa cream o ‘masca’ pentru layer-ul Background. Acest lucru se face facand click dreapta pe Layer si alegand optiunea **Add layer mask**, apoi ok. Nu ar trebui sa apara nicio modificare, pentru ca masca este transparenta. Urmatorul pas este sa reordonam layerele astfel incat *Background* sa fie deasupra, apoi selectam layer-ul ce contine textul si-l copiem (ctrl + c). Urmatorul pas este sa selectam

masca layer-ului Background si facem paste (ctrl + v). Vom observa cum masca ia conturul textului. Configuratia din fereastra Layers ar trebui sa arate ca in poza de mai sus, iar rezultatul in dreapta.

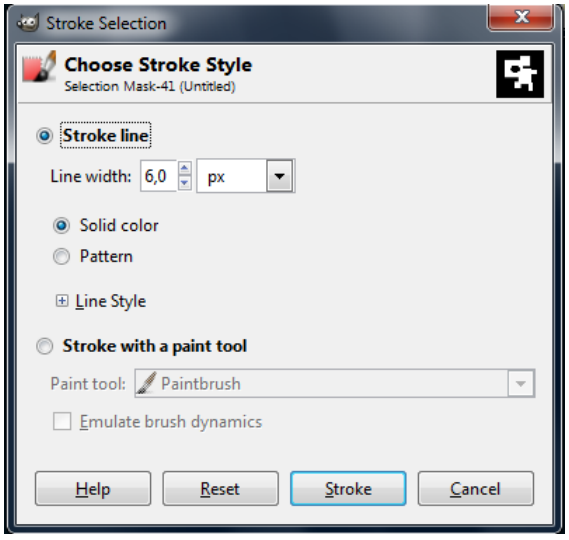
3.6. Crearea formelor

Poate ca ne dorim sa desenam forme specifice, ca un patrat sau un cerc. Gimp este un program de manipulare si editare a imaginilor si nu un program de desenare. Desenarea de forme se poate face, insa, nu direct, ci prin folosirea unei optiuni numite **Stroke Selection**. Vom porni de la o poza noua, alba, de dimensiunea 200x200.



Selectia: Primul pas este sa facem selectia formei dorite. Pentru aceasta putem folosi unul din cele 5 tool-uri de selectie pe care gimp le pune la dispozitie. Putem alege, spre exemplu, **Rectangle Select Tool**. Prin trasarea unui chenar cu mouse-ul facem o selectie ce urmareste acel chenar. Apoi daca vrem sa adaugam la selectie ceea ce urmeaza sa selectam vom face o noua selectie cu **shift + click + drag**. Daca vrem sa eliminam din selectie ceea ce urmeaza sa selectam vom face o noua selectie cu ctrl + click + drag. Iar daca vrem sa pastram doar partile comune ale celor doua selectii (intersectie) vom folosi **ctrl + shift + click + drag**.

Colorarea: Avand selectia facuta, urmatorul pas este sa coloram dupa conturul selectiei. Pentru aceasta facem click dreapta pe selectie si intram in meniul **Edit → Stroke Selection**. In aceasta fereastra avem optiunea sa facem o colorare simpla, printr-o singura linie de culoarea selectata in color selector, sau folosind un tool, de exemplu Paintbrush. Daca vrem sa alegem Paintbrush, trebuie ca inainte sa intram in Stroke Selection sa avem deja selectate brush-ul (Sparks) si culoarea. Similar si pentru alte tool-uri. Un exemplu cu cele doua mai jos:



Tutoriale mai avansate sa gasesc pe site-ul Gimp la adresa: http://www.gimp.org/tutorials/

3.7. Filters

Chiar daca Gimp este foarte versatil in editarea imaginilor, cand vine vorba de filtre acesta are un numar limitat. In cazul in care vrem sa ne cream propriile filtre putem sa apelam la biblioteca Filters, gratuita cu licenta GPL. Aceasta este disponibila la adresa: http://filters.sourceforge.net/ unde gasim varianta pentru developperi sau doar utilitarul FiltersTest. Cu acest utilitar putem sa testam filtrele pe care le dezvoltam, intr-o interfata simpla si usor de inteles si utilizat. Filters este disponibil doar pentru windows, drept pentru care sunt necesare cunostinte de windows api pentru dezvoltarea de noi filtre precum si pachetul Visual Studio 2005 Express.

Pachetul dispune de tutoriale si exemple in mai multe limbaje de programare printre care si C/C++. Documentatia pentru acest proiect este disponibila la adresa: http://filters.wikia.com/wiki/WikiFilters.

Dintre filtrele disponibile in pachetul standard amintim: ArithmeticAdd, Adjust(Contrast, Brightness), Blur, Canny, Compare, Contour, Envelope, Histogram, Invert, Normalize, Pyramid, Resize, Rotation, Sobel, etc. Toate acestea pot fi testate folosind FiltersTest. Mai jos poza originala (Lenna) si cate un exemplu de folosire al filtrelor Canny si Pyramid.







4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea Gimp si Filters sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Workstation cu monitor de min. 17” si 60 MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, 2003, Vista, 7 sau Linux ca sistem de operare.
- Microsoft Visual Studio 2005 Express sau Eclipse.

5. Rezultate aşteptate

- Prelucrarea, conversia si prepararea imaginilor in format vectorial si raster.
- Utilizarea, configurarea si programarea platformelor hardware de ultima generatie pentru prelucrare grafica.
- Realizarea de materiale grafice de rezolutie mare.
- Dezvoltarea de filtre noi urmarind specificatiile date.
- Aplicarea de filtre pe o cantitate mare de date intr-o maniera optimala.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Crearea de imagini de rezolutie si claritate inalta folosind tehnici avansate de compozitie a imaginilor similar cu exemplul din sectiunea 3.5.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 29

LP-29. Realizarea materialelor grafice de rezoluție mare, utilizând programe specializate de generare a imaginilor computerizate virtuale.

1. Tema lucrării

Realizarea materialelor grafice de rezoluție mare, utilizând programe specializate de generare a imaginilor computerizate virtuale

2. Obiectivul lucrării

In acest tutorial vor fi prezentate notiuni introductive de utilizare a pachetului POV-Ray in vederea crearii si procesarii de imagini de inalta calitate si rezolutie. Deasemenea va fi prezentata si explicata tehnica de procesare si rendare a imaginilor numita *ray-tracing*.

3. Descrierea lucrării de practică: „Realizarea materialelor grafice de rezoluție mare, utilizând programe specializate de generare a imaginilor computerizate virtuale”

3.1. Introducere



You know you have been ray-tracing too long when …

… You wonder which raytracer God used.

-- David Kraics Buck (creator of POV-Ray)

Programul *Persistence of Vision Ray* (POV-Ray) – Tracer creaza imagini tri-dimensionale, realiste folosind o tehnica de rendare numita ray-tracing. Acesta citeste dintr-un fisier text informatii ce descriu obiectele si luminile scenei si genereaza imaginea acelei scene, din punctul si unghiul de vedere al unei camere, si aceasta descrisa in fisierul text. Procesul de ray-tracing nu este deloc rapid, dar produce imagini de calitate inalta cu efecte realiste de reflexie, umbrire, perspectiva, etc.

3.2. Ray-tracing

Ray-tracing este o tehnica de rendare ce calculeaza imaginea unei scene, simuland felul in care razele de lumina se propaga in lumea reala. In lumea reala, razele de lumina sunt emise de surse de lumina sau de alte obiecte luminate. Lumina se reflecta de pe obiecte si trece prin alte obiecte cu indici diferiti de transparenta. Aceasta lumina este perceputa de ochiul uman, sau in cazul nostru, de lentilele camerei de luat vederi. Aceste raze sunt foarte numeroase si ar transforma procesul de rendare intr-un proces extraordinar de lent. Totusi, multe dintre ele nu ajung niciodata la un observator, drept pentru care nu este necesara procesarea lor.

Programele de ray-tracing cum este si POV-Ray abordeaza invers aceasta problema: de la observator spre sursa luminii. Utilizatorul specifica pozitia si unghiul camerei, pozitia obiectelor cat si caracteristice texturii suprafetei obiectelor, interiorul lor (in cazul in care sunt transparente) si alte caracteristici atmosferice, cum ar fi ceata sau focul.

Pentru fiecare pixel din imaginea finala, una sau mai multe raze de „observare” pornesc din camera, spre scena, pentru a vedea daca intersecteaza vreun obiect din scena. De fiecare data cand un obiect este intersectat, culoarea suprafetei in acel punct este calculata. Acest lucru se face trimitand, din acel punct, raze de „umbra” inapoi la fiecare sursa de lumina pentru a determina cantitatea de lumina ce provine de la acea sursa. Aceste raze de „umbra” sunt folosite pentru a determina daca punct respectiv, de pe suprafata, se afla in umbra sau nu (fata de sursa aferenta de lumina). Daca raza de „umbra” intalneste alta suprafata, se verifica daca acea suprafata reflecta lumina sau este transparenta. In acest caz sunt trimise, din acel punct nou intalnit, si mai multe raze pentru a determina cantitatea de lumina reflectata si refractata, catre pixelul de pe suprafata initiala. Efectele speciale cum ar fi reflexia, difuzia, efecte atmosferice si suprafetele luminoase fac necesara trimiterea a multor raze suplimentare pentru fiecare pixel.

3.3. Instalare

In acest tutorial vom folosi POV-Ray pentru Windows. Acesta se poate descarca gratuit, sub licenta GNU GPL de la adresa: http://www.povray.org/download/#binaries si sunt disponibile 2 versiuni,

pentru 32 si respectiv 64 de biti. Versiunea 64-bit va merge doar pe Windows 64-bit. Versiunea cea mai recenta la momentul scrierii acestui tutorial este 3.6.2. De la link-ul de mai sus se va descarca un kit de instalare .msi ce nu necesita drepturi de administrator pentru instalare (daca este instalat in folderul propriu). Acesta va instala fisierele programului, si in plus cateva exemple in Documents\Pov-Ray\v3.6\scenes\.

3.4. Quick-Start

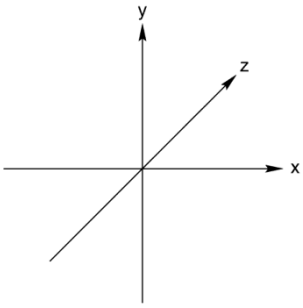


Pentru pornirea POV-Ray se navigheaza in folderul: <install-path>\POV-Ray-3.6.2\bin si se ruleaza executabilul pvengine64.exe. Programul consta dintr-un editor text, cu care se editeaza scenele si motorul de rendare. Initial vor fi deschise doua scene (fisiere cu extensia .pov) biscuit.pov si woodbox.pov. Ne propunem, de exemplu, sa rendam scena woodbox.pov. Pentru aceasta selectam fisierul woodbox.pov din navigator si configuram rezolutia [640x480, AA 0.3] cu AntiAliasing si apasam butonul Run. Rezultatul este poza din partea dreapta in format bitmap (.bmp). Scena este destul de simpla si rendarea nu ar trebui sa dureze mai mult de cateva secunde.

3.5. Descrierea scenelor

Poate este surprinzator, dar POV-Ray nu contine un modelator pentru modelarea scenelor. Modelarea scenelor se face in mod text, prin comenzi, ceea ce ofera mobilitate si adaptabilitate. Desigur POV-Ray poate fi integrat cu modelatoare avansate, cum ar fi Blender http://www.blender.org/ sau cu Moray 3D Modeller, recomandat pe site-ul POV-Ray http://www.povray.org/. Scenele din POV-Ray sunt descrise intr-un limbaj special numit „limbaj de descriere a scenelor” (scene description language). Comenzile sunt scrise intr-un fisier text ce apoi va fi citit si interpretat de POV-Ray pentru generarea imaginii, la fel cum este generata si imaginea din sectiunea 3.4.

Ne propunem sa generam o poza cu o sfera. Pentru inceput, trebuie sa stabilim pozitia camerei si catre ce directie este ea indreptata. Pentru a face asta folosim coordonate 3D.



Sistemul de coordonate folosit de POV-Ray este reprezentat in poza din dreapta, unde sensul pozitiv al axei X este la dreapta, al axei Y este in sus si al axei Z este din exterior catre ecran. Acesta este numit un sistem de tip mana stanga. Daca punem mana stanga pe ecran, degetul opozant va fi de-a lungul axei X, degetul inelar de-a lungul axei Y si indoind degetul aratator urmam axa Z. Putem face acest lucru doar cu mana stanga. Deasemenea putem determina rotirea vectorilor folosind regula mainii stangi.

Editarea fisierelor se poate face cu orice editor de text, dar se recomanda cel integrat in POV-Ray, datorita colorarii (highlightling) specifice limbajului. Foarte important de retinut este ca input-ul este case-sensitive (ca si in ANSI C). Sa editam fisierul demo.pov. Pentru ca ar fi prea dificil sa trebuiasca sa cream totul de fiecare date, avem posibilitatea de a include fisiere standard de exemplu:

```
  #include "textures.inc"    // pre-defined scene
elements
  #include "shapes.inc"
  #include "glass.inc"
  #include "metals.inc"
  #include "woods.inc"
```

Fisierele incluse pot include la randul lor alte fisiere. Din acest exemplu mai observam si marcarea comentariilor. Aceste fisiere standard contin texturi, forme, sticle, metale si texturi de lemn predefinite. Fisierele se gasesc in Documents\POV-Ray\v3.6\include si sunt fisiere obisnuite text ce contin declaratii (similar cu fisierele header din C). Este o buna idee ca utilizatorul sa parcurga cateva din aceste fisiere pentru a sti ce resurse are la dispozitie. Este bine sa nu includem

decat fisierele necesare, pentru a nu ingreuna timpul de parsare si memoria ocupata. Pentru scena noastra vom folosi doar:

```
#include "colors.inc"   // The include files contain pre-
                        //defined scene elements
```

Adaugarea unei camere se face folosind cuvantul cheie camera. Locatia si orientarea se definesc prin coordonate x y z declarate printr-un vector cu 3 elemente ca in exemplul de mai jos:

```
camera {
  location <0, 2, -3>
  look_at  <0, 1,  2>
}
```

Descrierea unui obiect. Dupa amplasarea camerei, sa punem o sfera galbena de raza 2, in centrul scenei – vom plasa sfera exact la coordonatele look_at al camerei

```
sphere {
  <0, 1, 2>, 2
  texture {
    pigment { color Yellow }
  }
}
```

Adaugarea unei texturi. O textura reprezinta felul in care o suprafata arata. Astfel putem sa-i definim culoarea, lustruirea si alti parametri. In acest exemplu vom specifica doar culoarea. Ceilalti parametri vor lua valori implicite. Culoarea pe care o definim reprezinta culoarea obiectului in cazul in care este luminat in totalitate si este numita pigment. De regula insa obiectele sunt luminate doar dintr-o parte astfel incat, in partea umbrita ele vor parea mai inchise la culoarea. Umbrirea este facuta automat de POV-Ray. Putem sa definim o culoare ca mai jos (folosind un macro) sau putem sa folosim deja una definita in fisierul colors.inc.

```
#declare Yellow = color red 0.9 green 0.9 blue 0.0
```

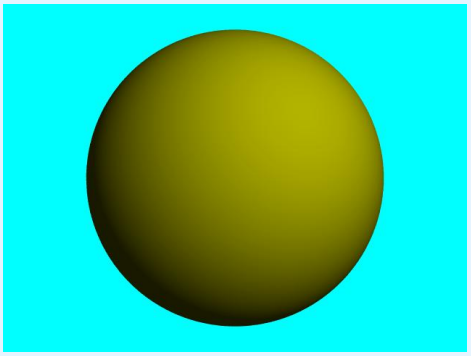
Valorile pentru red, green si blue pot fi date doar in intervalul [0, 1].

Adaugarea unei surse de lumina. Fara o lumina scena nu ar fi luminata si, deci, ar apara neagra la rendare. O sursa de lumina se adauga ca in exemplu de mai jos (ultimul rand). Ea este un punct mic,

invizibil, care emite lumina in toate directiile. Acesta nu are o forma fizica deci nu este necesara o textura.

Mai jos fisierul complet al exemplului nostru si in dreapta, rezultatul:

```
#include "colors.inc"
background { color Cyan }
camera {
  location <0, 2, -3>
  look_at  <0, 1,  2>
}
sphere {
  <0, 1, 2>, 2
  texture {
    pigment { color Yellow }
  }
}
 light_source { <2, 4, -3> color White}
```



Tipuri de obiecte, cateva dintre acestea sunt definite mai jos:

```
 sphere { < a, b, c >, r }
 plane  { < a, b, c >, d }
 box { < p, q, r >, < u, v, w > }
 cylinder { < p, q, r >, < u, v, w >, R [open] }
 cone { < p, q, r >, R1, < u, v, w >, R2 [open] }
 torus { R1, R2 }
```

Sphere este definita de un punct < a, b, c > si valoarea razei r.

Plane este definit de vector sau normal < a, b, c > si de distanta d de la origine pana la plan.

Box este definit de doua puncte < p, q, r >, < u, v, w > ce reprezinta colturi opuse ale prismei.

Cylinder este definit de doua puncte < p, q, r >, < u, v, w > ce reprezinta axa cilindrului, valoarea razei si parametrul open care poate sa apara sau nu. Acesta specifica daca cilindrul este inchis sau nu.

Cone este definit de doua puncte < p, q, r >, < u, v, w > si doua valori ale razelor cercurilor fetelor de deasupra si dedesubt. Acest lucru inseamna ca putem sa specificam si trunchiuri de con. Parametrul open are un rol similar ca si la cilindru.

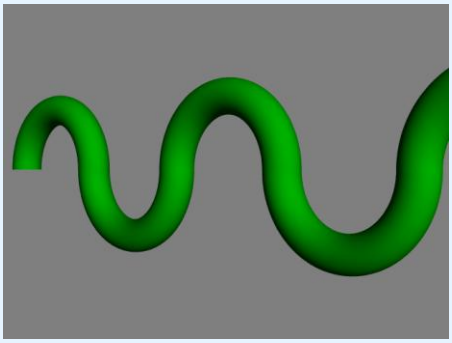
Torus este un obiect folosit ca primitiva in POV-Ray si de aceea poate fi definit prin doar doua raze: raza cercului si raza cercului rotit. Torul va fi

pozitionat in origine, insa la fel ca orice alt obiect poate fi rotit si translatat.

CSG. Un aspect foarte important al obiectelor in POV-Ray e ca acestea pot fi folosite impreuna pentru a compune alte obiecte (union), pot interactiona intre ele excluzandu-se unul pe celalalt (difference), sau pastrand doar partea comuna (intersection). Combinarea obiectelor se numeste Constructive Solid Geometry sau mai pe scurt CSG.

Mai jos este un exemplu de scena ce descrie un sarpe verde, folosind cateva din conceptele descrise sus:

```
#include "colors.inc"
  camera {
    location <0, .1, -25>
    look_at 0
    angle 30
  }
  background { color Gray50 } // to make the torus easy to see
  light_source { <300, 300, -1000> White }
  #declare Half_Torus = difference {
    torus {
      4, 1
      rotate -90*x  // so we can see it from the top
    }
    box { <-5, -5, -1>, <5, 0, 1> }
    pigment { Green }
  }
  #declare Flip_It_Over = 180*x;
  #declare Torus_Translate = 8;  // twice the major radius
   union {
    object { Half_Torus }
    object { Half_Torus
      rotate Flip_It_Over
      translate x*Torus_Translate
    }
    object { Half_Torus
      translate x*Torus_Translate*2
    }
    object { Half_Torus
      rotate Flip_It_Over
      translate x*Torus_Translate*3
    }
    object { Half_Torus
      rotate Flip_It_Over
      translate -x*Torus_Translate
    }
    object { Half_Torus
      translate -x*Torus_Translate*2
    }
    rotate y*45
    translate z*20
  }
```



Pentru moduri mai avansate de utilizare se poate parcurge in intregime manualul pus la dispozitie pe site-ul POV-Ray: http://www.povray.org/documentation/.

3.6. Integrarea in Blender

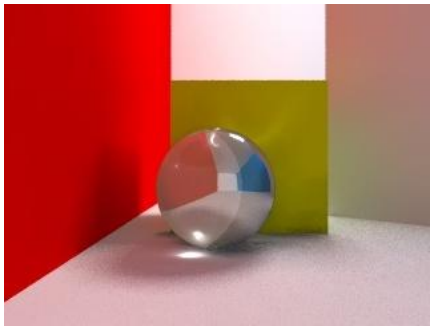
Dupa cum am putut observa, modelarea scenei este destul de dificila si aproape imposibila cand ne propunem, de exemplu, modelarea unei fete umane. Din fericire engine-ul de POV-Ray poate fi folosit impreuna cu Blender (un tool foarte puternic de modelare). Acest lucru se face folosind scriptul Blend2Pov care poate transforma scena modelata in Blender, intr-un fisier de tip .pov. Indicatii de instalare si utilizare se gasesc la adresele:

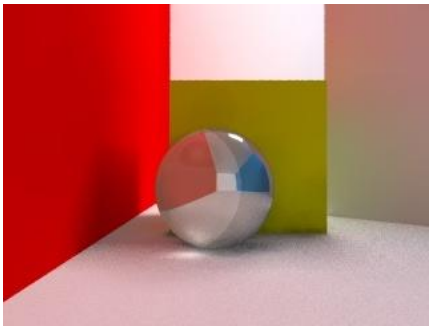
http://wiki.blender.org/index.php/Extensions:2.4/Py/Scripts/Render/Blend2Pov

http://www.foro3d.com/f215/rendering-with-povray-from-blender-76479.html

Un exemplu de folosire a POV-Ray alaturi de Blender, mai jos, impreuna cu cateva optiuni importante:

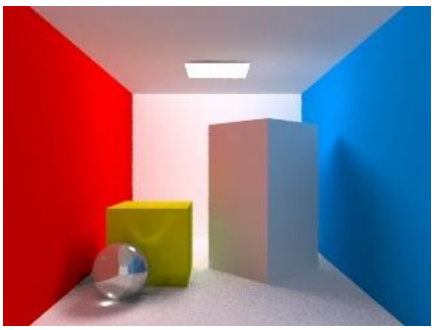
With Photons (11 min 34 sec) **Without Photons (4 min 47 sec)**





With Jitter (5 min 14 sec) **Without Jitter (7 min 55 sec)**





4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea POV-Ray sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Un workstation cu un monitor de min. 17” si 20MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, Vista sau 7 ca sistem de operare (disponibile gratuit prin programul MSDN AA).
- Instalarea software-ului Blender 2.4 sau mai nou.

5. Rezultate aşteptate

- Generarea de imagini virtuale de mari dimensiuni utilizand tehnicile de procesare grafica de ray-tracing si ray-casting.
- Combinarea imaginilor virtuale de rezolutie mare pentru realizarea clipurilor video.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Crearea unei scene simple, similara cu rezultatul din sectiunea 3.5. Crearea unei scene mai avansate folosind Blender pentru modelare, similar cu rezultatul din sectiunea 3.6.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 30

LP-30. Aplicații Web pentru elaborarea şi distribuirea de conținut audio-video

1. Tema lucrării

Aplicații Web pentru elaborarea şi distribuirea de conținut audio-video

2. Obiectivul lucrării

In acest tutorial vor fi prezentate notiuni introductive ce tin de documentarea, proiectarea, implementarea, testarea, administrarea si mentenanta de Web-site-uri de distributie de continut audio/video. Vor fi prezentate pachete software ca Google Web Toolkit si VideoLAN.

3. Descrierea lucrării de practică: „Aplicații Web pentru elaborarea şi distribuirea de conținut audio-video”

3.1. Introducere

Difuzarea de continut multimedia (broadcasting, streaming) reprezinta punerea la dispozita utilizatorului de continut multimedia, facand uz de Internet sau de alta retea de date. Aceasta poate fi de doua tipuri:

1. La cerere (video on demand), reprezinta cel mai puternic model pentru ca permite utilizatorului sa aleaga ceea ce doreste sa vizualizeze, sa puna pauza, sa deruleze, etc. In aceasta categorie de servicii intra site-uri ca youtube.com si tehnologii de genul IPTV.
2. Sursa unica (live streaming), reprezinta modelul de la extrema cealalta ce permite vizualizarea acelaiasi continut de catre fiecare utilizator. Acesta nu ofera posibilitatea opririi si apoi a continuarii din acelasi punct, sau vizualizarea altui continut. In aceasta categorie se incadreaza televiziune clasica, si site-uri ca livestreaming.com, sau versiuni de internet ale posturilor TV (antena3.ro, protv.ro).

Cand vine vorba de difuzare de continut multimedia (streaming) trebuie sa ne punem cateva intrebari, ce mai apoi vor lamuri detalii ce tin de implementare:

a. Ce serviciu vrem sa oferim, video on demand sau doar live streaming sau ambele?
   Desi par oarecum similare, cele doua tipuri de servicii au implementari si un necesar de resurse foarte diferit. Pentru video on demand, avem nevoie de un spatiu de stocare urias, pentru a stoca tot continutul pus la dispozitia utilizatorilor. Acesta, de regula, este stocat intr-o baza de data distribuita ce poate fi accesata din mai multe puncte, in felul acesta impartind incarcarea (latimea de banda utilizata) canalului de telecomunicatie. Pe de alta parte, live streaming, nu necesita foarte mult spatiu de stocare, in schimb problema latimii de banda este mult mai stresanta. In acest caz provocarea sta in a distribui acelasi continut in mai multe puncte ale retelei si apoi echilibrarea numarului de utilizatori pe aceste puncte.

b. Care este numarul maxim de utilizatori pe care vrem sa-i servim concomitent?
   Aceasta intrebare trebuie sa fie cauza unei continue dezvoltari a infrastructurii. Ca orice afacere, probabil se va porni de la un numar mic de utilizatori, urmand ca acesta sa creasca cu o anumita rata in fiecare luna. De aceea este important ca infrastructura sistemului sa fie scalabila. Prin extindere infrastructurii se intelege adaugarea de noi noduri ce pot servi utilizatori, si eventual mai mult spatiu de stocare.

c. Care este calitatea la care vrem sa difuzam continutul multimedia?
   De raspunsul la aceasta intrebare depinde si numarul de utilizatori ce pot fi serviti concomitent. Cum latimea de banda este singura limitare, exista un trade-off intre cantitate si calitate. Apoi trebuie sa definim foarte clar, o politica de tratare a situatilor in care numarul maxim de sloturi de utilizatori a fost atins. Se poate adopta o politica de tipul, se scade calitatea de difuzare catre la toti utilizatorii, sau se refuza conectarea noilori utilizatori si formarea unei cozi de asteptare, sau se deconecteaza utilizatorii cei mai vechi.

d. Care este reteaua prin care se efectueaza difuzarea?
   O intrebare ce tine mai mult de prezentarea materialului multimedia. De exemplu se poate opta pentru o retea privata si folosirea unei tehnologii de tipul IPTV. Sau se poate opta pentru

folosirea Internetului. In acest caz se recomanda Crearea unei interfete cu utilizatorul. In acest tutorial am optat pentru folosirea unei interfete web, sustinuta prin pagina web si aplicatia aferenta.

Exista foarte multe pachete de creare a aplicatiilor web. Printre acestea se numara .NET Framework de la Microsoft, Adobe Dreamweaver, Flash, Shockwave, SiteGrinder, WebDev, etc. Pentru o lista completa se poate vizita link-ul: http://en.wikipedia.org/wiki/Category:Web_development_software.
Pentru acest tutorial am ales o solutie gratuita, open source si anume Google Web Toolkit. Pe partea de live streaming va fi prezentat, tool-ul gratuit, VideoLAN.

3.2. Google Web Toolkit

GWT este un set de tool-uri ce permite developer-ilor de site-uri web sa creeze si sa administreze aplicatii complexe ce folosesc JavaScript. GWT pune accent pe implementarea de solutii eficiente in Ajax (Asynchronous JavaScript and XML) cum ar fi async RPC (remote procedure calls), managementul istoricului, bookmarking, internationalizare si portabilitate intre browsere. Lansat pe 16 Mai 2006, GWT este actualmente la versiunea 2.2.0. Dezvoltarea de aplicatii consta din urmatorii pasi: Scrierea codului Java; cand aplicatia este lansata, cros-compilatorul GWT transforma aplicatia Java in cod autonom JavaScript ce poate fi, optional, optmizat si obfuscat. Mai multe informatii, intr-o forma concisa, se gasesc la adresa http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Web_Toolkit.

Instalare

Inainte sa instalam Goole Web Toolkit, trebuie sa instalam urmatoarele pachete software:

- Java SE Development Kit (JDK) care se poate descarca de la adresa: http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html (hint: se instaleaza intai JRE(Java Runtime Environment) si apoi JDK). Pentru development se recomanda, descarcarea si instalarea pachetului Eclipse (Helios) IDE for Java Developers, pentru ca se integreaza direct cu GWT, de la adresa: http://www.eclipse.org/downloads/

- Apache Ant: http://ant.apache.org/bindownload.cgi

In cazul in care dorim sa instalam GWT pe Linux, aceste pachete se pot instala foarte usor din managerul de pachete al distributiei.

Daca nu se doreste folosirea Eclipse-ului, in principiu se poate folosi doar GWT impreuna cu Ant, si se poate descarca de la adresa: http://google-web-toolkit.googlecode.com/files/gwt-2.2.0.zip

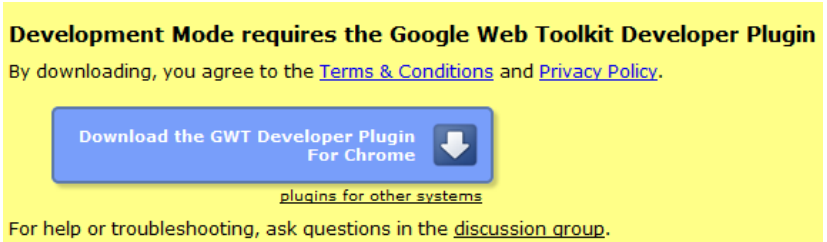
Pentru instalarea GWT in Eclipse se deschide Eclipse (dupa instalarea JRE si JDK) si se intra in meniul **Help → Install New Software**. In campul Work with: se introduce adresa http://dl.google.com/eclipse/plugin/3.6. Se salveaza locatia si apoi dupa ce se incarca lista de plugin-uri se apasa **Select All** si apoi **Next >**. Acesti pasi vor instala plugin-ul pentru GWT, Google App Engine Java SDK si Google Web Toolkit SDK.

Utilizare

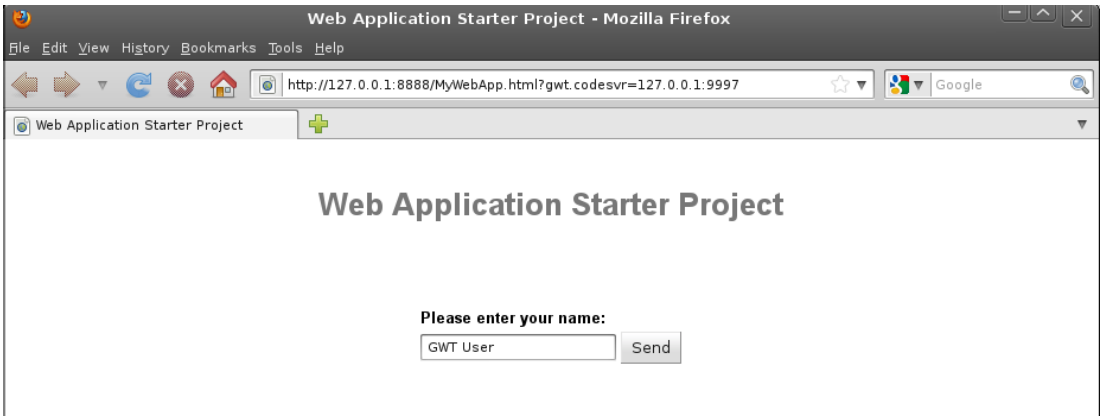
Dupa instalare ar trebui sa fie disponibila optiunea **File > New > Web Application Project** din meniul Eclipse. Daca aceasta optiune nu apare, atunci ea este in **File > New > Other > Google > Web Application Project**. Se deschide un now wizard in care trebuie sa alegem numele proiectului si numele pachetului. Se pot completa cu MyWebApp iar numele pachetului cu com.mycompany.mywebapp. Se bifeaza Use Google Web Toolkit si Generate GWT project sample code, iar momentan se lasa nebifat Use Google App Engine, apoi se apasa **Finish**.

In acest moment aveti un nou proiect in workspace. Pentru a-l rula se apasa butonul drept pe proiect si se selecteaza **Debug As > Web Application** din meniul care va aparea. Asta va crea o serie de configurari pentru aplicatia web si o va lansa. Automat va fi pornit un server web local si serverul GWT de development.

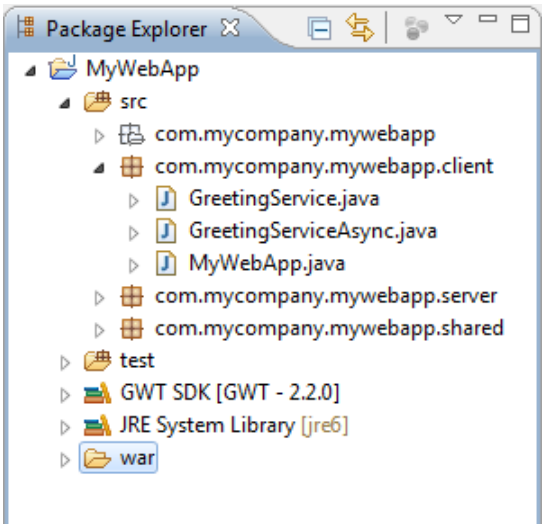
Langa consola ar trebuie sa apara o fereastra Web Application. Inauntrul ei se afla URL-ul



pentru serverul web de development. Se introduce acest URL intr-un browser Web. Daca este prima oara cand se foloseste browser-ul impreuna cu serverul web de development, atunci se va solicita instalarea plugin-ului Google Web Toolkit Developer. Se urmaresc instructiunile din browser pentru instalare. Dupa instalare, se reintroduce URL-ul de mai sus si ar trebui sa fie afisat aplicatia implicita de inceput:



Codul sursa al aplicatiei se afla in subdirectorul *MyWebApp/src/*, unde *MyWebApp* este numele pe care l-am dat proiectului. Sunt doua pachete *com.mycompany.mywebapp.client* si *com.mycompany.mywebapp.server*. Inauntrul pachetului aferent clientului se afla cod, ce, in final, va fi compilat in JavaScript si va rula ca si cod client in browser. Fisierele Java din pachet vor rula Java bytecode pe un server (momentan serverul este local).



Ne propunem sa facem o modificare proiectului nostru. De exemplu in fisierul MyWebApp.java din pachetul aferent clientului, linia 42 creeaza butonul de send:

```
final Button sendButton = new Button(“Send”);
```

Sa modificam linia in:

```
final Button sendButton = new Button(“Send to Server”);
```

Pentru a vizualiza modificarile, pur si simplu se salveaza fisierul si se face Refresh la pagina din browser. In acest moment se pot seta breakpoint-uri, inspecta variabile, si modifca codul ca intr-o sesiune obisnuita de Eclipse debugging.

Compilarea si rularea in Production Mode

Production Mode reprezinta rularea aplicatiei ca si cod JavaScript. Ca sa compilam apasam butonul drept pe numele proiectului si alegem **Google > GWT Compile**. Aceasta comanda invoca compilatorul GWT care genereaza o serie de fisiere JavaScript si HTML din codul sursa Java in subdirectorul MyWebApp/war/ al proiectului. Pentru a vedea aplicatia finala se deschide pagina *MyWebApp/war/MyWebApp.html* in browser. Din acest moment aplicatia poate fi pusa pe Internet punand pe serverul web fisierele din directorul *war/*.

Urcarea aplicatiei pe Google App Engine



Folosind plugin-ul, se poate, foarte usor, urca aplicatia pe Google App Engine. Pentru aceasta este necesara instalarea App Engine for Java SDK. Se apasa butonul drept pe proiect si se navigheaza in meniul **Google > App Engine Settings**. Se bifeaza optiunea **Use Google App Engine**. Asta va adauga fisierele de configuratie necesare, in proiect. Pentru a urca proiectul pe App Engine, in prima instanta, este necesara crearea unui application ID din consola de administrare a App Engine (https://appengine.google.com/). De indata ce am obtinut application ID-ul se apasa butonul drept pe proiect si se intra in meniul **Google > App Engine Settings**... Se introduce ID-ul in casuta **Application ID** si se apasa **OK**. Apoi, inca o data, butonul drept pe proiect si **Google > Deploy to App Engine**. In fereastra **Deploy Project to Google App Engine** care va aparea este necesar sa fie introduse adresa de email-ul google si parola. **Deploy**.

In acest moment aveti o noua aplicatie, creata cu Google Web Toolkit, si accesibila la adresa http://applicationID.appspot.com/. Pentru mai multe tutoriale se recomanda parcurgerea urmatoarelor link-uri:

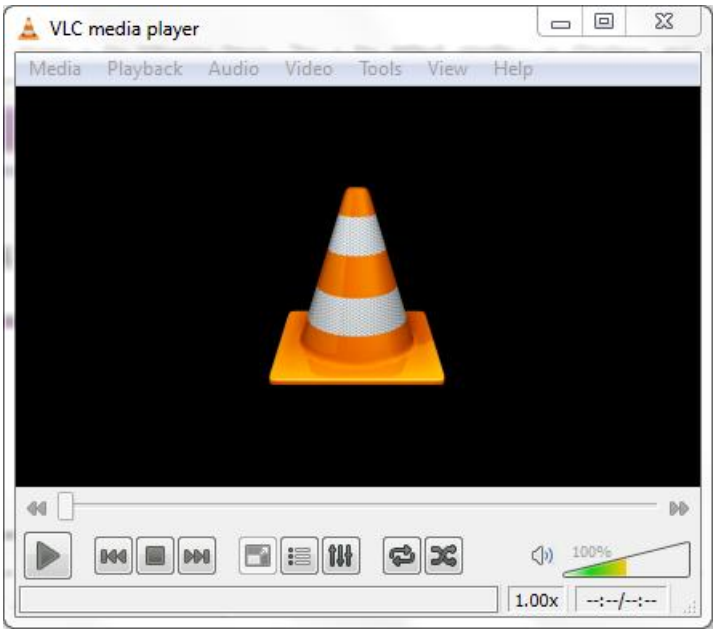
- http://code.google.com/webtoolkit/doc/latest/tutorial/index.html

- http://www.softwaredesign.co.uk/gwt.html
- http://www.developertutorials.com/tutorials/java/gwt-basics-ajax-programming-with-java-8-03-10-917/
- http://www.zdnet.com/blog/google/gwt-the-future-of-web-programming/194
- https://www.packtpub.com/sites/default/files/sample_chapters/Google-Web-Toolkit-Ajax-Creating-a-New-GWT-Application-Sample-Chapter.pdf
- http://java.ociweb.com/mark/programming/GWT.html
- http://stackoverflow.com/questions/2882626/gwt-designing-using-java-programming

Iata si cateva titluri de carti:

- Dewsbury, Ryan (December 15, 2007). Google Web Toolkit Applications. Prentice Hall. ISBN 978-0321501967.
- Chaganti, Prabhakar (February 15, 2007). Google Web Toolkit: GWT Java Ajax Programming. Packt Publishing. ISBN 978-1847191007.
- Geary, David (November 17, 2007). Google Web Toolkit Solutions: More Cool & Useful Stuff. Prentice Hall. ISBN 978-0132344814.
- Hanson, Robert; Adam Tacy (June 5, 2007). GWT in Action: Easy Ajax with the Google Web Toolkit. Manning. ISBN 978-1933988238.
- Cooper, Robert; Charlie Collins (May 12, 2008). GWT in Practice. Manning. ISBN 978-1933988290.

3.3. VideoLAN



Proiectul VideoLAN reprezinta o solutie software completa de difuzare si redare, dezvoltata de studenti de la Ecole Centrale Paris si developeri din toata lumea sub licenta GNU GPL. Initial, proiectul, a fost dezvoltat doar pentru difuzarea clipurilor video MPEG pe retele cu latime de banda ridicata. Totusi componenta principala a

pachetului, VLC Media Player, a evoluat si a devenit un player media foarte versatil, disponibil pe numeroase platforme. Acesta poate fi folosit atat pentru redare cat si ca un server de difuzare. Dintre tipurile media ce pot fi redate amintim:

- Fisiere MPEG-1, MPEG-2 si MPEG-4 / DivX de pe disk, cd-rom, etc.
- DVD, VideoCD si CD-uri Audio.
- De pe cartele de satelit (DVB-S)
- De pe retea: UDP/RTP Unicast, UDP/RTP Multicast, HTTP, RTSP, MMS, etc.
- De pe placi de achizitie si placi de codare (TV Tunere).

Detalii despre capabilitatile de difuzare in sectiunile urmatoare.

Instalare

Pentru Windows, VLC este foarte usor de instalat. Se descarca binarele de la adresa: http://www.videolan.org/vlc/download-windows.html. Se poate alege intre versiunea cu installer, si versiunea simpla ce necesita doar dezarhivare. Pentru instalare se parcurg pasii din installer sau se dezarhiveaza, dupa caz. Pentru **Debian / Ubuntu** se adauga urmatoarele linii in fisierul **/etc/apt/sources.list**:

```
deb http://download.videolan.org/pub/videolan/debian stable main

deb-src http://download.videolan.org/pub/videolan/debian stable main
```

Apoi se executa comenzile, cu drept de root, pentru o instalare normala:

```
# apt-get update

# apt-get install vlc libdvdcss2
```

Pentru RedHat / Fedora se descarca fisierele .rpm de la adresa: http://www.videolan.org/vlc/download-redhat.html se salveaza intr-un director si se executa cu drepturi de root urmatoarea comanda:

```
# rpm -Uvh *.rpm
```

Daca se doreste compilarea din surse, acestea se pot descarca de la adresa: http://www.videolan.org/vlc/download-sources.html. Pentru

detalii despre codul sursa se poate accesa documentatia de la adresa: http://wiki.videolan.org/Documentation:Hacker's_Guide.

Utilizare

Pentru redare, acesta se foloseste ca orice Media Player: open... play. In acest tutorial vom detalia posibilitatile de convertire si difuzare. Convertirea (transcoding) este procesul de modificare a caracteristicilor unui fisier sau a unui flux de date. Printre caracteristici se numara, formatul (codec-ul, container-ul), rezolutia, bitrate-ul, etc. Exista doua metode de transcodare in VLC, una mai simpla (folosind interfata grafica) si una mai avansata (folosind consola).

Convertirea in GUI

Pentru a efectua o convertire folosind interfata grafica (GUI – Graphical User Interface) trebuie parcursi urmatorii pasi:

1. In VLC se navigheaza in meniul **Media > Convert / Save... (Ctrl+r)**
2. Se configureaza sursa, care poate fi un fisier, un disc (CD, DVD), un URL sau un dispozitiv de captura (inclusiv Desktop-ul). Se apasa **Convert / Save**
3. In fereastra Convert se selecteaza fisierul destinatie (ex: *d:\test.mp4*)
4. Se alege codecul dorit din lista Profile. Pentru editarea setarile se apasa pe butonul *Edit selected profile*.
5. Se apasa Start. In acest moment se inchide fereastra, procesarea incepe, iar evolutia procesului este urmarita in partea din dreapta jos a ferestrei: Timp parcurs / Timp Ramas.

Convertirea in linia de comanda

Pentru o convertire mai avansata se foloseste linia de comanda. Aceasta este mai flexibila intrucat permite folosirea completa a modulelor si optiunilor disponibile in VLC. In cazul in care se foloseste consola Windows este necesar ca inainte sa navigam in directorul unde este instalat VLC-ul. De exemplu:

```
cd "C:\Program Files (x86)\VideoLAN\VLC"
```

In cazul Linux-ului, calea catre binarul vlc ar trebui sa fie in PATH. Oricum, indiferent de sistemul de operare folosit, ceea ce urmeaza este identic. Structura comenzii pentru transcodare este urmatoarea:

```
vlc --sout "#transcode{[TRANSCODE_OPTIONS]}:std{[OUTPUT_OPTIONS]}"
INPUT
```

De exemplu comanda pentru convertirea unui fisier audio intr-un Mp3 (bitrate 128 kbit CBR, sample rate 44100Hz, stereo) este urmatoarea:

```
vlc                                                          --sout
"#transcode{acodec=mp3,ab=128,channels=2,samplerate=44100}

:std{access=file,mux=raw,dst=d:\output.mp3}" input.wav
```

Difuzarea in GUI

Difureaza (streaming) reprezinta procesul de a pune la dispozitie pe retea un flux de date audio/video. In VLC acest lucru se poate face urmand cativa pasi simpli, folosind interfata grafica:

1. In VLC se navigheaza in meniul **Media > Streaming (Ctrl+s)**
2. Se configureaza sursa si se apasa **Stream**
3. In acest moment trebuie sa configuram modul in care se va face difuzarea. De obicei acest lucru se face prin http. Se apasa butonul **Next** si se adauga HTTP la destinatii. Trebuie sa configuram portul si calea pentru stream; de exemplu daca difuzam un video, path-ul ar putea fi /go.mpg Deasemenea ar putea fi o idee buna sa se dezactiveze Transcodarea pentru ca e posibil ca serverul sa nu aiba suficienta putere de procesare pentru a comprima in timp real (in functie de formatul ales) fluxul.
4. Se apasa butonul **Stream**. In acest moment se poate folosi inca o instanta de VLC Media Player pentru a testa streamul accesand link-ul http://localhost:port/go.mpg

Difuzarea in linia de comanda

In linia de comanda lucrurile stau foarte similar cu convertirea. Difuzarea se face tot prin comanda vlc. Iata mai jos un exemplu de difuzare:

```
vlc "C:\Users\Public\Videos\Sample Videos\Wildlife.wmv"

:sout=#transcode{vcodec=h264,acodec=mp3,ab=128,channels=2,sampler
ate=44100}

:http{dst=:8080/go.mpg}
```

Pentru mai multe tutoriale se recomanda parcurgerea urmatorului link: http://wiki.videolan.org/Documentation:Streaming_HowTo.

4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea Google Web Toolkit si VideoLAN sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Workstation cu monitor de min. 17” (min. 1024x768) si 1GB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, Vista sau 7 ca sistem de operare (disponibile gratuit prin programul MSDN AA), sau Linux.
- Procesor puternic, cel putin dual core la 2.5 Ghz si 2Gb ram.
- Conexiune la retea cu o latime de banda larga (min 100Mbps).

5. Rezultate aşteptate

- Editarea si crearea de aplicatii web ca frontend pentru difuzare.
- Convertirea de clipuri audio/video la dimensiuni acceptabile pentru difuzare.
- Difuzarea clipurilor audio/video prin retea.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Crearea unei aplicatii web folosind GWT pornind de la sectiunea 3.2. Convertirea unui clip audio/video de rezolutie inalta similar cu exemplul din sectiunea 3.3. Difuzarea prin retea a unui flux video de rezolutie inalta similar cu exemplul din sectiunea 3.3. Se poate folosi Desktop-ul ca sursa a fluxului.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 31

LP-31. Documentarea sistemelor de calcul din cadrul unui studio TV şi propuneri de îmbunătățire a infrastructurii de calcul existente.

1. Tema lucrării

Documentarea sistemelor de calcul

2. Obiectivul lucrării

Lucrarea isi propune prezentarea notiunilor introductive de utilizare a Microsoft Visio in vederea proiectarii de diagrame de arhitecturi si infrastructuri de calcul. Pe baza acestor diagrame se vor face prezentari si analize de performanta.

3. Descrierea lucrării de practică: „Documentarea sistemelor de calcul”

3.1. Introducere

Visio permite crearea de diagrame avansate de baze de date, sau de retele; schite de imobile si de echipamente; planificatoare de timp; scheme electrice etc. folosind pictograme vectoriale ce pot fi scalate la orice dimensiune. Acestea pot fi integrate in prezentari, facand prezentarea mai interactiva si mai usor de inteles pentru cei prezenti, elemente cheie pentru o prezentare de succes.

3.2. Instalare

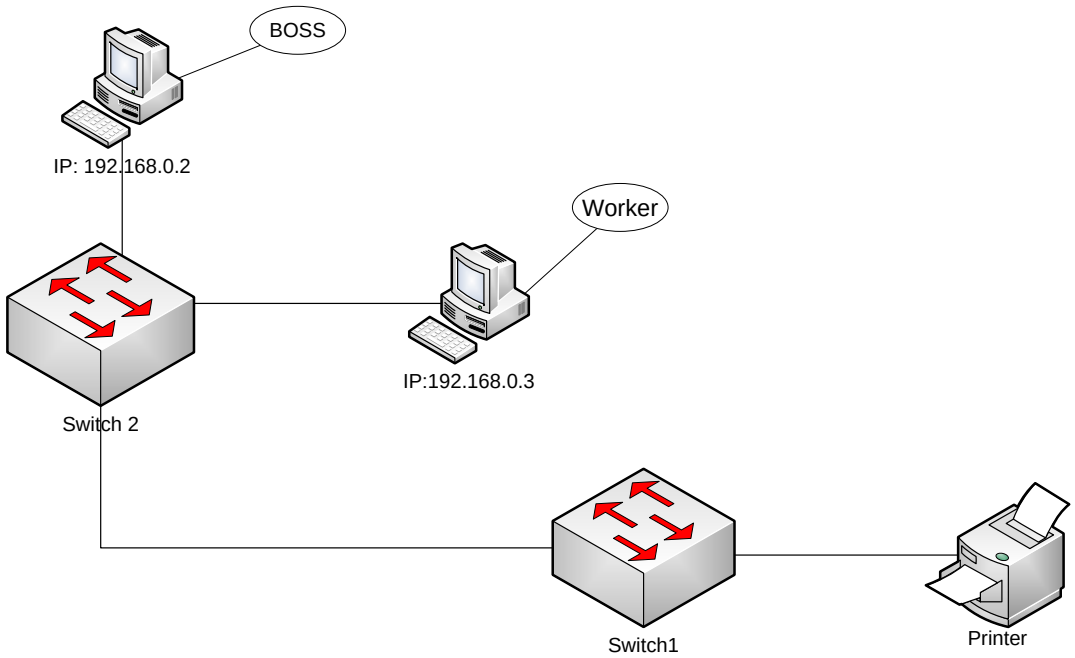
Microsoft Visio face parte din suita Microsoft Office, drept urmare software-ul nu este gratuit. Insa acesta poate fi descarcat gratuit prin programul Microsoft Developer Network – Academic Alliance (MSDN AA). Deasemenea programul pune la dispozitie ghiduri de utilizare si carti ce prezinta intregul potential al acestui software. Instalarea nu prezinta dificultati ea find foarte similara cu instalarea altor soft-uri din suita Microsoft Office, sunt necesare, insa, drepturi de administrator.

3.3. Documentarea unei infrastructuri de calcul

La deschiderea programului putem alege folosirea unui template pentru creearea unui nou drawing. Data fiind tema acestei lucrari, vom alege Network apoi Detailed Network Diagram. Putem stabili unitatile de masura: US sau sistemul metric. Vom alege metric si apasam butonul Create.

Avem in fata o pagina in format landscape marcata cu un grid orientativ. Pe aceasta pagina vom construi diagrama, alcatuita din elemente (Shapes) din meniul din stanga. Elementele se adauga facand drag & drop cu mouse-ul din meniul Shapes in pagina. De exemplu, sa proiectam o topologie simpla, cu 2 switch-uri, 2 calculatoare si un printer.

Din meniul Network Symbols alegem Workgroup switch pe care il adaugam in pagina, dupa care ii scalam dimensiunea. Avand obiectul selectat observam 4 sageti de culoare albastru deschis. Folosind aceste sageti putem sa adaugam un obiect identic, conectandu-l cu primul. De exemplu sa apasam sageata din dreapta. Aceste sageti pot fi folosite si pentru conectarea unor obiecte vecine. Fiecare obiect are un mic x in centru. Facand drag din acel x catre x-ul altui obiect, vom conecta cele doua obiecte. Mai mult, selectand un obiect cu dublu click, putem sa ii scriem un scurt text pe post de descriere.



In continuare vom adauga un Printer (Network and Peripherals) si doua PC-uri (Computers and Monitors) pe care le vom conecta ca mai

sus. Sub fiecare PC vom nota adresa IP ca si descriere. Avand echipamentele astfel conectate, sa presupunem ca vrem sa mentionam o serie de detalii despre fiecare PC. Vom adauga un Oval callout (Annotations) in dreptul fiecarui PC in care suntem liberi sa introducem orice text, de exemplu BOSS si Worker. Avand astfel diagrama terminata, putem s-o printram sau s-o selectam si s-o introducem intr-un document word sau powerpoint printr-un simplu copy & paste.

Desigur, posibilitatile sunt mult mai numeroase, exemplul de mai sus fiind unul elementar. Exemple si modele mai avansate se gasesc la link-ul: http://www.microsoft.com/downloads/en/confirmation.aspx?FamilyId=716C617E-4F9C-4829-800A-F274B5BE8A1E&displaylang=en Alte tutoriale se gasesc la link-ul http://www.vtc.com/products/Microsoft-Visio-2007-tutorials.htm si pe site-ul MSDN AA.

4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea Microsoft Visio sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Workstation cu monitor de min. 17” si 1GB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, 2003, Vista sau 7 ca sistem de operare, disponibile, deasemeni, gratuit prin programul MSDN AA.

5. Rezultate aşteptate

- Examinarea si documentarea sistemelor de calcul din cadrul unui studiou TV.
- Propunerea unei arhitecturi alternative pentru sistemele de calcul intr-un studiou TV.
- Implementarea unor imbunatatiri a configuratiilor infrastructurii de calcul din studioul TV.
- Examinarea si documentarea infrastructurii de retea WAN si LAN existente intr-un studiou TV
- Proiectarea unei infrastructuri de retea, comunicare si transmisie de date imbunatatite pe platforme de testare dedicate, atat la nivel LAN cat si WAN.

- Realizarea unor scenarii de configurare a infrastructurii de retea, in functie de traficul inregistrat in retea, si de necesarul de conectivitate dictat de activitatea din studioul TV.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Documentarea, cu detalii relevante, a sistemului de calcul si a topologiei retelei avand ca exemplu diagrama din sectiunea 3.3 cu captarea sunetelor din platoul de filmare.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 32

LP-32. Documentarea infrastructurii de rețea WAN şi LAN disponibile într-un studio TV şi propuneri de îmbunătățire a acesteia; Protocoale de întreținere şi mentenanță a sistemelor de calcul şi infrastructurii de rețea.

1. Tema lucrării

Rețele WAN şi LAN



2. Obiectivul lucrării

In acest tutorial vor fi prezentate notiuni introductive ce tin de planificarea si proiectarea retelelor locale (LAN) si a retelelor de arie larga (WAN). Va fi prezentata si explicata folosirea WANem pentru simularea performantelor retelelor de transfer de continut audio/video. Deasemenea va fi prezentata sumar si aplicatia GNS3 pentru simularea topologiilor WAN si LAN cat si a configurarii echipamentelor ce alcatuiesc aceste topologii.

3. Descrierea lucrării de practică: „Rețele WAN şi LAN”

3.1. Introducere

Procesul de proiectare si planificare a unei retele este un proces complex, iterativ, ce porneste de la identificarea nevoilor, proiectare, testare si implementare. In toti acesti pasi nu trebuie sa ne abatem niciun moment de la principalul scop al actiunii si anume satisfacerea nevoilor consumatorului. Pentru proiectarea unei retele sunt necesare cunostinte solide ce tin de retelistica si anume: protocoale de comunicare, protocoale de rutare, configurarea echipamentelor (switch-uri, routere) si nu in ultimul rand configurarea serverelor de servicii ce sustin aceasta retea. De cele mai multe ori proiectarea unei retele porneste de la modelul OSI:

Modelul OSI			
	Unitatea de date	**Nivel**	**Functie**
Nivele de statie	Data	7. Aplicatie	De la aplicatie la procesul de comunicare cu reteaua.
		6. Prezentare	Reprezentarea datelor, criptare si decriptare, conversia de la date dependente de masina la date independente de masina (big endian – little endian).
		5. Sesiune	Sesiunea de comunicare intre statii.
	Segment	4. Transport	Conectivitate end to end si garantia transferului corect al datelor, controlul fluxului de date.
Nivele ale mediului de transmisie	Packet	3. Retea	Determinarea caii intre sursa si destinatie si adresare logica.
	Frame	2. Legatura de date	Adresare fizica.
	Bit	1. Fizic	Mediul de transmisie, semnal si codificare binara.

Fiecare nivel ofera servicii pentru nivelul de deasupra sa. De exemplu nivelul fizic transmite frame-urile intre echipamentele de nivel 2. Ca o clasificare sumara a echipamentelor de retea dupa nivelele modelului OSI, avem:

Nivelul 1: placi de retea, hub-uri, repetoare.

Nivelul 2: switch-uri.

Nivelul 3: switch-uri inteligente, routere, bridge-uri.

Nivelul 4: routere inteligente, firewall-uri.

Nivelul 5,6,7: Aplicatii, ex.: Internet browser, client de torrent, jocuri online.

Aceste notiuni sunt importante pentru ca ne invata cum sa formula problema proiectarii unei retele. In cazul nostru ne propunem sa proiectam o retea potrivita pentru transmisia de continut audio/video de inalta calitate. Acest lucru inseamna ca avem nevoie de o latime de banda considerabila. Pe de alta parte latenta nu este foarte importanta, o latenta de 1 secunda intre emitator si telespectator este una acceptabila,

insa este important ca latenta sa fie foarte scazuta intre diferitele surse ale transmisiei (inchipuiti-va cat de neplacuta este o transmisie TV in care exista o decalare intre sunet si imagine). Un alt aspect important este garantarea transferului corect al datelor (lucru ce poate creste considerabil latenta). Ultimele considerente ne trimit cu gandul la o serie de optimizari ce trebuie facute peste retea pentru a garanta ca aceste conditii vor fi respectate. Desigur exista tehnologia numita QoS (Quality of service) care garanteaza aceste lucruri, dar doar in cazul in care motivul pentru care ele au loc este congestia. Trebuie sa ne punem intrebarea la ce nivel se afla aceasta tehnologie, si daca nivelelul inferior o suporta. Nu trebuie sa uitam si de securitatea care se impune, intre sursa semnalului si server-ul care serveste continutul. Interceptarea si inlocuirea acesteia poate avea ca rezultat difuzarea de continut neautorizat pe postul TV.

3.2. Planificarea retelei

Procesul este unul iterativ, si este alcatuit din urmatorii pasi:

1. **Identificarea aplicatiilor** ce vor fi folosite. Retelele de calculatoarea pot fi folosite in diverse medii: Schimbul de resurse intr-un enterprise (ERM – Enterprise Resource Management), telefonie in Internet, chat, email. Enumerarea aplicatiilor este importanta pentru ca in baza lor sta estimarea necesarului de software, hardware si a traficului pe retea.
2. **Traficul pe retea**. Necesarul de trafic includ o multitudine de factori. Cativa dintre ei sunt:
    - Identificarea si documentarea surselor majore de trafic.
    - Incadrarea traficului in tipuri de trafic: trafic local, distribuit, client/server, peer-to-peer, terminal/host sau server/server.
    - Estimarea latimii de banda necesare pentru fiecare aplicatie.
    - Detaliile QoS necesare pentru fiecare aplicatie.
    - Necesarul de fiabilitate.
3. **Scalabilitatea**. Aceasta notiune se refera la factorul de extindere pe care reteaua ar trebui sa-l suporte. Pentru retelele corporate, scalabilitatea este un aspect foarte important. Trebuie oferita posibilitatea de adaugare a noi utilizator, aplicatii, noi site-uri, si conexiuni cu retele externe.

4. **Consideratii geografice**. Trebuie analizat numarul de conexiuni LAN (local area network) si WAN (wide area network) ce pot fi necesare pentru oferirea conectivitatii. Locatii care sunt separate de distante mari (Bucuresti - Iasi), pot fi legate de o legatura WAN. Similar doua cladiri pot fi legate printr-o legatura LAN. De regula legaturila LAN au o latime de banda considerabila (100 Mbps, 1 Gbps, etc.), insa legaturile WAN au o latime de banda mult mai mica (1-10 Mbps). De regula LAN-urile sunt administrate de propria companie, in timp ce WAN-urile, sunt administrate si oferite de companii de telecomunicatie. De aceea WAN-urile au un pret ridicat ce creste direct proportional cu latimea de banda. Iata, deci, de ce e important sa estimam necesarul de latime de banda ce va fi folosit.
5. **Disponibilitatea**. Un aspect, foarte important ce necesita o mare atentie. Acest parametru reprezinta durata de timp in care o retea este disponibila, pentru utilizatorii sai, intr-o perioada de timp data (zi, luna). Acesta reprezinta un aspect major de proiectare (dial-up vs broadband). Disponibilitatea e puternic legata de fiabilitate. Deasemenea trebuie estimate pierderile, pentru companie, ce apar in momentul in care reteaua nu mai functioneaza o anumita perioada de timp. Trebuie obtinut un echilibru intre costul de implementare si pierderile suferite de caderi pentru a maximiza profitabilitatea retelei.
6. **Securitatea si accesibilitatea**. Reprezinta doua notiuni foarte importante in faza de proiectare. Trebuie specificat un plan de securitate care este compatibil cu specificatiile cerute. Se recomanda enumerarea:
    - Serviciilor de retea ce vor fi puse la dispozitie: FTP, Web, E-mail, etc.
    - Cine este administratorul acestor servicii.
    - Instruirea utilizatorii cu privire la politicile si procedurile de securitatea.
    - Un plan de urgenta si recuperare in cazul in care are loc o bresa de securitate.
7. **Pretul**. Pentru LAN-uri, tendinta este de minimizare a costului echipamentelor. Asta inseamna minimizarea pretului cablului, pretului per (switch -) port si al administrarii. In cazul WAN-urilor tendinta este de minimizare a latimii de banda folosite, aceasta pentru ca, de regula, pretul lunar al liniei, ajunge sa depaseasca cu mult costul echipamentului si al administrarii. Cativa factori de optimizare al costului sunt:
    - Activarea compresiei datelor pe legaturi WAN.

- Achizitionarea mai multor legaturi WAN de latime de banda mai mica, fiecare specializate pe un anumit tip de trafic.

3.3. Implementarea retelei

1. **Proiectarea LAN-ului**. Acest pas este alcatuit din alegerea echipamentelor cum ar fi hub-uri, bridge-uri, switch-uri si routere si din proiectarea si organizarea adresarii logice (ex. adrese IP, subnetare, etc.). Criteriile de alegere, pentru echipamente, pot fi urmatoarele:
   - Numarul de porturi necesare la diferite nivele ale stivei OSI (2 si 3).
   - Viteza (100 Mbps/ 1Gbps/ 10 Gbps etc.).
   - Mediul de transmisie: Ethernet, Gigabit Ethernet, Wireless, Token Ring.
   - Suport nativ pentru diferite protocoale de retea: TCP, VOIP, etc.
   - Usurinta in configurare si mentenanta.
   - Disponibilitate, fiabilitate si performante.
2. **Proiectarea WAN-ului**. Exista cateva tehnologii importante pentru conectarea a doua locatii aflate la distanta:
   - Linii inchiriate (DSL, ADSL)
   - Retele optice sincrone (SONET)
   - Frame Relay
   - Asynchronous Transfer Mode (ATM)

   Alegerea uneia dintre acestea tine de necesarul de latime de banda, necesarul de QoS, si de securitate.

3. **Testarea si documentarea**. Trebuie dezvoltate metode potrivite de testare ce implinesc un necesar de rigurozitate. Metodele de tastere trebuie sa incuda accesibilitatea, disponibilitatea, si incarcarea. Documentarea se face folosind diagrame de retea si trebuie documentate riguros ambele retele, cea fizica si cea logica.

3.4. Securitatea retelei

Este de preferat ca securitatea sa fie definita printr-un document ce defineste Politica de Securitate. Acesta este un document cuprinzator, detaliat, ce acopera subiecte ce tin de pregatirea securitatii, prevenirea si raspunsul la violari ale protocolului.

Formularea politicilor de securitate. Acest proces include crearea de politici de utilizare, analize de risc si formarea echipei de securitate. Analiza de risc ar trebui sa identifice riscurile la care sunt vulnerabile resursele de pe retea cum ar fi hard disk-urile si datele. Dupa aceasta clasificare se iau masuri de combatere pentru fiecare din riscurile enumerate. Urmatorul pas este stabilirea unei ierarhii de acces, de exemplu: super admin, admin, operator de backup, utilizator. Scopul acestei ierarhii este de a oferi acces la resursele critice ale retelei doar personalului autorizat si instruit. De exemplu, firewall-urile, serverele Proxy, serverele de E-mail, etc. trebuie sa fie plasate la cel mai inalt nivel de securitate.

Echipa de securitate are urmatoarele roluri:

- Configurarea firewall-urilor, serverelor proxy, gateway-urile.
- Stabilirea si implementarea listelor de acces (ACL).
- Configurarea si monitorizarii folosind SNMP.
- Optimizarea securitatii software-ului dispozitivelor, sistemelor de operare si al aplicatiilor.
- Standardizarea procedurilor de back-up.

Raspunsul si procedurile cand vine vorba de brese de securitate, sunt tot de responsabilitatea echipei de securitate. O astfel de procedura este alcatuita din identificarea bresei de securitate, implementarea unei actiuni care sa remedieze situatia, analiza si documentare. Pasii uzuali ai acestui proces, sunt:

- Izolarea bresei si prevenirea extinderii acestei gauri de securitate.
- Documentarea detaliilor cu privire la bresa de securitate, inainte de a initia rezolvarea problemei. Altfel, dovezi importante pot fi pierdute si exista riscul imposibilitatii identificarii originii bresei.
- Contactarea autoritatilor de impunere a legii, daca este cazul.
- Testarea sistemului si documentarea efectelor produse.
- Restabilirea sistemului conform unei proceduri acceptate in faza de proiectare a politicilor de securitate.

3.5. Retele virtuale private (VPN)

O retea virtuala privata este construita peste Internet (sau peste orice alta retea publica) cu scopul de a conecta sisteme (numite si noduri) in vederea transferului de date. Aceste sisteme folosesc de obicei criptarea si alte mecanisme de securitate pentru a asigura atat

accesul doar al utilizatorilor autorizati la retea cat si imposibilitatea interceptarii datelor.

Cum difera o retea VPN fata de o conexiune normala la Internet:

- retea VPN de obicei foloseste Internet-ul si permite accesul, de la distanta, doar al utilizatorilor autorizati, la reteaua interna, in timp ce o conexiune normala la Internet poate fi folosita pentru accesul la servicii publice cum ar fi site-uri, e-mail, etc.
- Intr-o retea VPN datele sunt securizate folosind criptare in timp ce parcurg segmentele publice de retea. O conexiune la Internet, de obicei, nu implica niciun fel de criptare.
- Reteaua VPN necesita autentificarea utilizatorilor cu o parola sau cu o cheie privata, in timp ce majoritatea conexiunilor la Internet sunt disponibile tuturor utilizatorilor.

Avantaje ale retelelor virtuale private:

- Reducerea costurilor: VPN ofera posibilitatea conectarii sigure a unor locatii la distanta folosind Internetul si astfel eliminand necesarul unor legaturi WAN dedicate.
- Securitatea: Metodele de securitate implementate de VPN sunt suficiente pentru a preveni accesul neautorizat la date.
- Scalabilitate: Adaugarea de noi utilizatori se face usor, si de cele mai multe ori nu sunt necesare modificari de infrastructura.
- Mobilitate: Retelele VPN permit utilizatorilor sa acceseze reteaua firmei folosindu-se de orice legatura la Internet.

3.6. Simularea retelelor WAN

Retele WAN reprezinta un mediu ce poate fi controlat doar intr-o mica masura. De aceea, atunci cand scriem o aplicatie, sau cand urmarim sa folosim o aplicatie peste o legatura WAN, trebuie sa ne punem problema daca aceasta va functiona corect tinand cont de latenta prezenta pe legatura WAN. Mai mult, simuland functionarea aplicatiei peste o legatura WAN putem sa stabilim o serie de parametri in care trebuie sa se incadreze legatura pentru ca aplicatia sa functioneze corect.

Pentru aceasta vom folosi pachetul software WANem, creat de TATA Consultancy Services. Acesta consta dintr-o distributie de Knoppix Linux peste care este instalata aplicatia WANem si un server web care face legatura cu interfata de configurare WANem.

Instalare WANem

Descarcarea WANem este gratuita si se poate face de pe site-ul http://wanem.sourceforge.net/ sectiunea Download WANem (iso). Utilizatorul are doua posibilitati: poate descarca imaginea .iso a live cd-ului cu WANem sau poate descarca imaginea VMWare, varianta recomandata pentru ca permite folosirea aceleiasi statii si pentru configurarea si pentru gazduirea simulatorului. Versiunea cea mai recenta la data scrierii acestui tutorial este WANem v2.1. Aceasta masina virtuala poate fi deschisa cu VMWare Player, care se poate descarca gratuit de la adresa: http://downloads.vmware.com/d/info/desktop_downloads/vmware_player/3_0

Initial, masina virtuala are ca setari de retea modul Bridged de conexiune. Trebuie sa tinem cont ca interfata de retea a masinii virtuale (eth0) trebuie sa poata fi accesibila din exterior.

La pornirea masinii virtuale, cand apare meniul “boot:” se apasa tasta”Enter” pentru bootare Knoppix. La prima intrebare putem alege, yes pentru configurarea retelei prin dhcp sau no pentru configurarea manuala a retelei. Cea din urma este recomandata, pentru ca mai tarziu va fi necesara aceasta adresa ip pentru accesul la interfata de configurare. Urmatorul pas este stabilirea parolei pentru user-ul consolei WANem si anume perc.

Dupa setarea parolei si finalizarea bootarii, ar trebui sa se afiseze urmatorul mesaj:

```
= = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = =

Initialization Successful

A shell will be given for WANem Administration.

Check the status of Wanem.

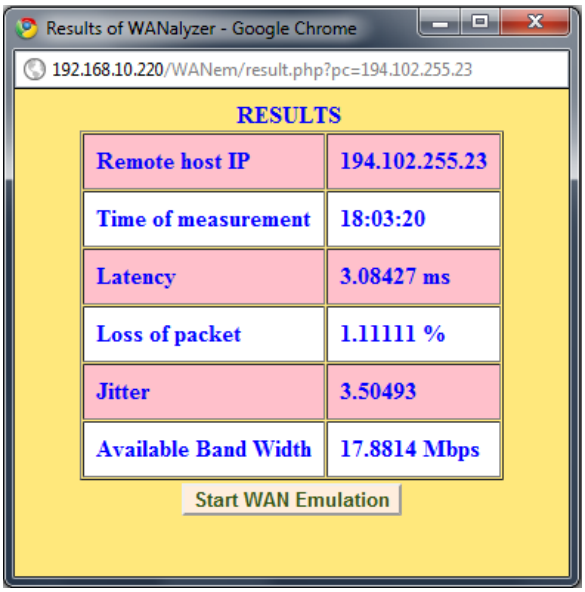
Type help to get the list of commands

Access the Wanem from any machine by http://<IP of this machine>/WANem

= = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = = =
```

Dupa intrarea in GUI, accesand cu un browser web adresa http://<IP>/WANem ar trebui sa fie disponibile 6 meniuri, in bara de sus de culoare albastra: About, WANalyzer, Basic Mode, Advanced Mode, Save/Restore, Help.

WANalizer



Afiseaza caracteristice ale comunicatiei intre masina ce ruleaza WANem si o adresa la alegere. De exemplu putem sa pornim aceasta caracterizare pentru adresa ip 194.102.255.23 (www.k.ro). Un mesaj de tipul WAIT va aparea apoi selectam OK. In acest moment ar trebui sa apara o fereastra pop-up care efectueaza caracterizarile si care, dupa un timp va afisa urmatoarele rezultate: Aceste informatii pot fi folosite pentru alcatuirea unui set de reguli ce poate imita comportamentul unei legaturi WAN reale.

Basic Mode

Daca este selectat modul basic, atunci doar un set de reguli poate fi precizat indiferent de numarul de interfete de retea prezente. O regula consta din doua optiuni: Latimea de banda (Bandwidth – BW) si latenta (delay) legaturii. De exemplu se alege o legatura ISDN 128 kbps si o valoare a Delay-ului de 100 ms. In acest caz un ping inainte si dupa aplicarea setarilor arata asa:

```
Pinging 192.168.10.220 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.10.220: bytes=32 time=4ms
TTL=64

Reply from 192.168.10.220: bytes=32 time=2ms
TTL=64


Pinging 192.168.10.220 with 32 bytes of data:
```

```
Reply from 192.168.10.220: bytes=32 time=102ms
TTL=64

Reply from 192.168.10.220: bytes=32 time=101ms
TTL=64
```

Advanced Mode

Modul avansat permite mai multe seturi de reguli, cate unul pentru fiecare interfata de retea prezenta in sistem. Pentru fiecare set de reguli avem mult mai multi parametri pe care putem sa-i configuram. De exemplu, un set de reguli poate arata ca cel de pe pagina urmatoare.

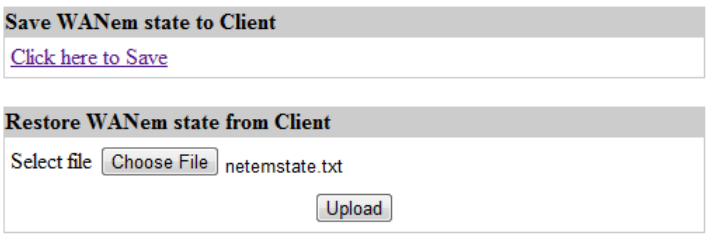
Interface: eth0		Packet Limit 1000 (Default=1000)						Symmetrical Network: Yes	
Bandwidth	Choose BW	T-1, DS-1 North America - 1.544 Mbps						Other: Specify BW(Kbps)	0
Delay		Loss		Duplication		Packet reordering		Corruption	
Delay time(ms)	56	Loss(%)	10	Duplication(%)	2	Reordering(%)	3	Corruption(%)	20
Jitter(ms)	30	Correlation(%)	0	Correlation(%)	0	Correlation(%)	0		
Correlation(%)	0					Gap(packets)	0		
Distribution	-N/A-								

Idle timer Disconnect	Type	none	Idle Timer		Disconnect Timer				
Random Disconnect	Type	none	MTTF Low		MTTF High		MTTR Low		MTTR High	
Random connection Disconnect	Type	none	MTTF Low		MTTF High		MTTR Low		MTTR High	

IP source address	192.168.10.225	IP source subnet	32	IP dest address	192.168.10.230	IP dest subnet	32	Application port if any	80

Descrierea parametrilor este autodefinitorie. Dupa stabilirea valorilor se apasa butonul Apply settings si apoi Refresh settings pentru verificarea incarcarii setului de reguli.

Save/Restore



Incepand cu versiunea 1.2.1 WANem ofera posibilitatea salvarii setarilor. Pentru salvare, un click pe link-ul Click here to Save va initia descarcarea unui fisier numit netemstate.txt. Acest fisier poate, apoi, fi selectat si urcat pe statia gazda WANem daca dorim sa facem restore la setari.

Consola WANem

Poate fi accesata din masina virtuala sub userul WANemControl@PERC si pune la dispozitie cateva comenzi importante.

help – afiseaza lista completa de comenzi

reset – reseteaza setarile de retea si serviciile

nat – faciliteaza folosirea WANem pe mai multe subretele

shutdown, restart – opreste, restarteaza sistemul

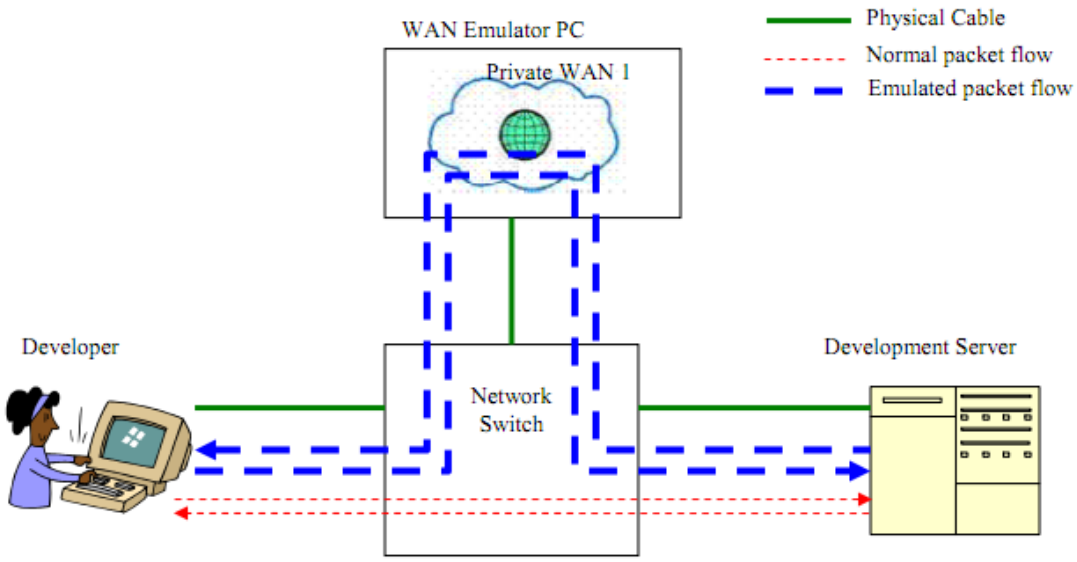
wanemreset – reseteaza setarile WANem in cazul in care interfata http

este foarte lenta

assign – atribuie o adresa ip unei interfete

exit2shell – iesire din consola WANem

Folosind comanda *exit2shell* putem sa accesam sistemul Linux peste care ruleaza aplicatia *wanem*. Acest lucru se poate dovedi util in cazul in care interfetele de retea nu au fost configurate corect, sau in cazul in care, de exemplu, vrem sa adaugam reguli, iptables, mai speciale. Pentru a reveni in consola WANem se executa comanda *wanem*.



Detalii despre functionarea WANem

De regula se foloseste o intercalare, ca in poza de mai sus, a emulatorului in comunicatia dintre utilizator si server. Este nevoie ca pachetele sa traverseze statia ce ruleaza WANem pentru a li se aplica caracteristicile descrise de setul de reguli. Pentru ca pachetele sa traverseze emulatorul trebuie sa configuram rute statice pe host1 (Developer) si pe host2 (Development server). Vom presupune urmatoarea adresare ip:

Host1: 192.168.140.12

Host2: 192.168.140.14

WANemPC: 192.168.140.20

Pentru introducerea rutelor statice este nevoie de drepturi de Administrator / root. Mai jos sunt comenzile necesare in cazul in care host1 si host2 ruleaza Windows:

Host1: *route add 192.168.140.14 mask 255.255.255.255 192.168.140.20*

Host2: *route add 192.168.140.12 mask 255.255.255.255 192.168.140.20*

Pentru Linux:

Host1: *route add –host 192.168.140.14 netmask 0.0.0.0 gw 192.168.140.20*

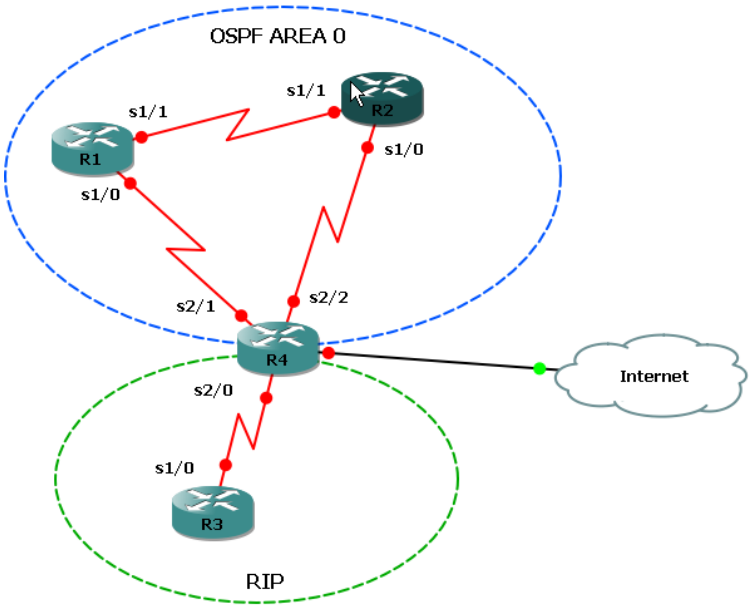
Host2: *route add –host 192.168.140.12 netmask 0.0.0.0 gw 192.168.140.20*

Pentru testare se pot folosi comenzie ping, traceroute sau tracert. Pentru mai multe detalii se recomanda parcurgerea documentatiei oficiale:

http://wanem.sourceforge.net/documentation.html.

3.7. Simularea topologiilor LAN si WAN – GNS3

GNS3 este un simulator grafic ce poate simula retele complexe. Acesta se bazeaza pe Dynamips, programul principal ce permite emularea CISCO IOS (sistemul de operare de pe echipamentele CISCO), Dynagen, si Qemu. Site-ul oficial al GNS3 este http://www.gns3.net/.



Daca in sectiunea anterioara ne-am propus sa simulam o retea WAN la nivel de comportament, acum a venit momentul sa simulam o retea la nivel de implementare si configurare.

In GNS3 putem proiecta si implementa topologii la nivel de echipament si legaturi fizice intre echipamente. Deasemenea GNS3 poate simula/emula functionalitatea sistemului de operare CISCO IOS impreuna cu configurarea protocoalelor de rutare si a altor politici ce tin de VPN, QoS si Trafic Engineering. Acest lucru se face accesand consola de configurare a routerelor si a switch-urilor.

Fiind un tutorial introductiv, nu ne propunem descrierea solutiilor pentru aceste probleme, intrucat necesita un studiu mai aprofundat si nu tin doar de folosirea unui program ci de insusirea unor principii de functionare si a cunostiintelor aferente. Se recomanda parcurgerea cursurilor Cisco CCNA si, eventual, studierea cartii Proiectarea Retelelor de Razvan Rughinis, editura Printech, 2009, disponibila gratuit la adresa:

http://books.google.com/books?id=s1iT4f3KCp0C&lpg=PA64&dq=proiectarea%20retelelor&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

4. Echipamente utilizate

Pentru utilizarea WANem si a GNS3 sunt necesare urmatoarele echipamente:

- Workstation cu monitor de min. 17” (min 1024x768) si 500MB spatiu pe disk pentru instalare.
- Microsoft Windows XP, Vista sau 7 ca sistem de operare (disponibile gratuit prin programul MSDN AA), sau Linux.
- VMWare Player (disponibil gratuit pe site-ul oficial).
- Accesul la server-ul aplicatiei ce se doreste a fi testata prin emularea WAN.

5. Rezultate aşteptate

- Proiectarea, documentarea si simularea de retele avansate de tip LAN si WAN.
- Simularea unor aplicatii audio/video cu trafic intens de date printr-un mediu de transmisie WAN.
- Simularea unor tehnici de QoS si Traffic Engineering pentru optimizarea performantelor aplicatilor audio/video.

6. Exemplu de rezultat aşteptat – studiu de caz/aplicație

Emularea si documentarea comportamentului unei aplicatii de streaming audio/video printr-o retea WAN folosind WANem similar cu rezultatul din sectiunea 3.6. Proiectarea si testarea unei topologii LAN, folosind GNS3 similar cu rezultat din sectiunea 3.7.

LUCRARE PRACTICĂ NR. 33

LP-33. Formarea imaginii optice prin obiective de luat vederi

1.Tema lucrării

Televiziunea este evident dependentă de un suport tehnic sofisticat, de înaltă tehnologie. Calitatea emisiunilor şi randamentul procesului de producție depind de cunoaşterea performanțelor aparatelor folosite şi de talentul cu care echipa de realizatori este capabilă să le pună în valoare, mai ales ca mijloace de expresie artistică.

Tema lucrării de față este cunoaşterea fenomenelor care stau la baza formării imaginii optice prin obiective de luat vederi şi folosirea lor de către cameraman pentru a contribui la realizarea concepției regizorale a emisiunii de filmat. Cunoaşterea performanțelor aparaturii disponibile este necesară pentru ca participanții la practică să le poată pune în valoare ca mijloace de expresie artistică.

NOTĂ: lucrarea practică are în conținut mai multe scheme decât fotografii exemplificatoare pentru ca participanții la practică să realizeze propriile imagini filmate sub îndrumarea profesorului.

2.Obiectivele lucrării

Lucrarea practică privind obiectivele de luat vederi are următoarele scopuri:

prezentarea sumară a caracteristicilor vederii umane strict legate de înregistrarea şi vizualizarea imaginilor 2D în mişcare (aspecte valabile atât pentru cinematografie cât şi pentru televiziune)

experimentarea implicațiilor distanței focale a obiectivelor de luat vederi asupra încadraturii imaginilor filmate în corelare cu formatul folosit

însuşirea practică a montării obiectivelor de luat vederi pe camerele video TV profesionale şi noțiuni esențiale privind controlul minim operativ pentru cameramani

folosirea filtrelor de cameră pentru a obține o imagine corectă dpdv tehnic

accesoriilor uzuale pentru obiective de luat vederi. Recomandări de utilizare

întreținerea curentă a obiectivelor şi accesoriilor de către cameraman.

3.Locații necesare

Pentru realizarea lucrării practice sunt necesare următoarele locații:

-platou de televiziune cel puțin de dimensiuni medii sau un spațiu ne-dedicat de min 100m^2 , optim 300m^2 cu rețea de alimentare cu puterea minimă de 5KW, optim 10KW, în care să se poată face întuneric

-laborator de control cu echipamente specializate pentru controlul obiectivelor dee luat vederi

- o locație în exterior, cu spații largi, la alegerea profesorului coordonator

4. Echipamente utilizate

A. Banc optic

B. Echipamente pentru captarea imaginilor video:

-cameră video profesională pentru televiziune

-trepied şi cap hidro pentru cameră

-alimentator de le rețea şi/sau acumulatoare încărcate

-monitor video de cel puțin 14 inci, recomandabil cât mai mare, cu definiție foarte bună, preferabil HD, sau televizor cu intrări potrivite, cât mai mare

-obiectiv transfocator cu accesorii

-obiective cu diferite distanțe focale fixe, cu monturi sau adaptoare pentru camera video. Aparate de filmat de 35 şi 16mm cu monturi pentru obiectivele respective

-aparate de iluminat de diferite tipuri, cu puterea totală minimă de circa 5KW, optim 10KW

-aparat de iluminat cu 3 grupe de leduri, RGB, reglabile independent, şi / sau aparate de iluminat cu leduri pentru cameră, cu temperatură de culaore fixă, respectiv reglabilă

-proiector Dedolight, 2 buc.

-accesorii: parasolar, lentile adiționale, servozoom, capace, suporturi suplimentare dacă obiectivele au nevoie pentru fixare pe cameră

B. Echipamente specifice de laborator, pentru control optic:

-colimator Chrosziel

-modul pentru colimator, cu micrometru digital de patru zecimale, pentru măsurarea distanței de la planul de aşezarezare al obiectivelor până la planul țintei camerei video

-comparator digital cu precizia de 0,001mm

-aparat de proiecție pentru mire de control

-mină de rezoluție pentru proiectorul de control

-ecran de proiecție

NOTĂ : Echipamentele pentru controlul tehnic al obiectivelor trebuie să se afle într-o cameră în care să se poată face întuneric.

5. Caracteristici ale vederii umane care influențează înregistrarea şi vizualizarea imaginilor în mişcare

Ochiul uman, ca şi obiectivele de luat vederi, funcționează pe baza legilor opticii geometrice. Perfomanțele sunt însă afectate de fenomene explicate de optica ondulatorie. Difracția are consecințele cele mai semnificative asupra anumitor limitări.

Vederea umană are *performanțe* remarcabile (sensibilitatea extremă, capacitatea de adaptare la nivele de iluminare într-o plajă de 10^9, capacitate mare de acomodare pentru a produce imagini clare ale subiectelor aflate la diferite distanțe) dar şi *imperfecțiuni* care favorizează înregistrarea şi vizualizarea imaginilor în mişcare (inerția în timp a apariției şi dispariției senzațiilor vizuale față de semnalul luminos, puterea de rezoluție limitată).

5.1 Formarea imaginilor optice în ochiul uman

Ochiul ca sistem optic este constituit dintr-o succesiune de suprafețe sferice, care formează un sistem convergent ce proiectează pe retină imagini reale ale obiectelor. Imagini foarte clare, în care acuitatea vizuală este maximă, se formează într-o zonă corespunzînd unui unghi de numai 1^o. Acuitatea vizuală este încă bună într-un unghi de până la 10^o după care scade progresiv spre marginile câmpului vizual [*].

Cu aproximațe, sistemul optic al ochiului se poate echivala cu o lentilă convergentă subțire situată în interiorul globului ocular (fig.5.1,a,b). El nu poate proiecta clar pe retină, în acelaşi timp, detalii ale obiectelor situate în profunzimea spațiului. Vederea clară la o anumită distanță se realizează printr-o ***acomodare foarte rapidă***, prin schimbarea distanței focale, astfel încât în spațiul imagine distanța extrafocală x' să formeze imagini clare (fig.5.2) având în vedere că distanța de la cristalin la retină este fixă.

PRACTIC: pe baza unei lentile din bancul optic se construieşte schema echivalentă a ochiului, din fig.5.1,c. Se arată principiul punerii la punct prin formarea distanței extrafocale *x'* folosind o a doua lentilă, cu altă convergență. Se urmăreşte obținerea unei imaginii clare la distanța *p'* constantă în prima şi a doua situație, a unui obiect aflat la altă distanță *p* .

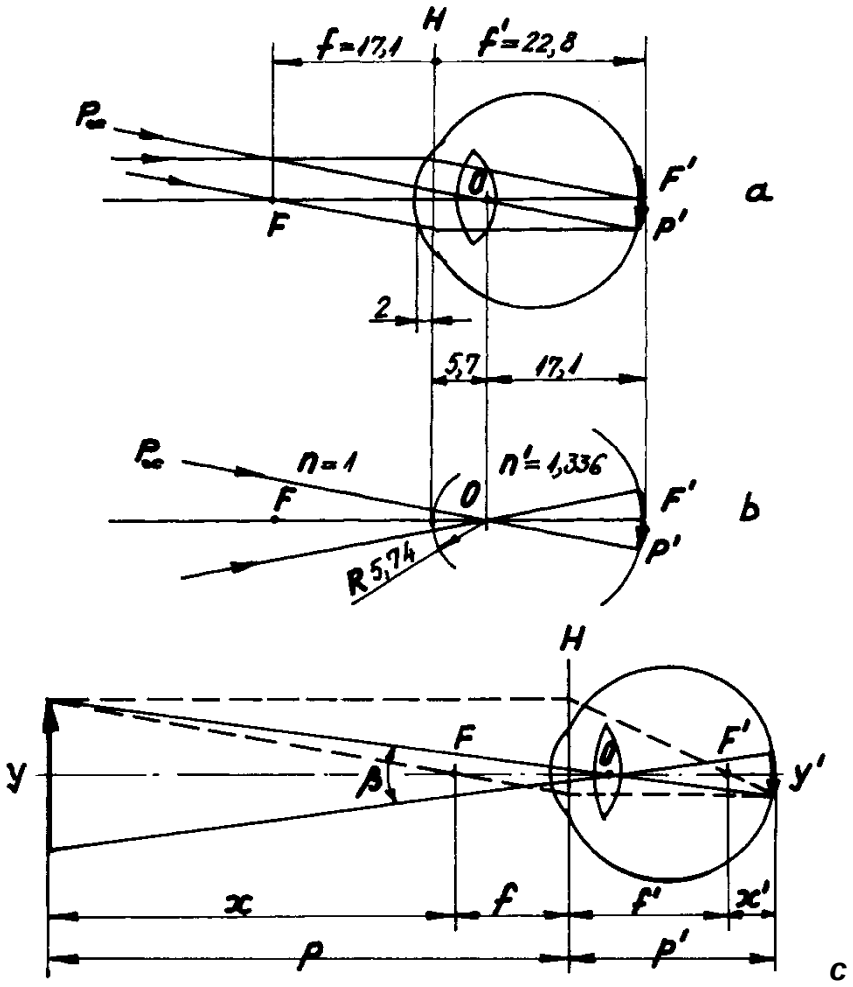


Fig.5.1. Sistemul optic al ochiului uman pentru acomodarea la infinit şi la o distanță finită

a-sistemul complet; b-sistemul echivalent ; c- Acomodarea ochiului la o distanță finită

5.2 Preluarea imaginilor de pe retină

Retina este țesutul format din terminațiile fotosensibile cu *structură celulară discretă* ale nervului optic sub formă de conuri (cu diametrul de 0,005mm sensibile la culoare, folosesc vederii de zi) şi bastonaşe (mai mici, mai sensibile, nu deosebesc culorile, folosesc vederii de noapte). fig.5.2. Conurile se găsesc cu prioritate în zona centrală a retinei. În centrul foveal cu dimensiunea unghiulară de circa 1°, există numai conuri (cca. 4000) conectate fiecare la câte o fibră nervoasă, ceea ce conferă acestei zone acuitatea vizuală maximă. În zona petei galbene, căreia îi corespund unghiuri de 6° la 8°, concentrația conurilor este ridicată şi scade spre periferie, unde la o fibră nervoasă sunt conectate tot mai multe celule fotosensibile, ceea ce face ca vederea periferică să fie lipsită de claritate [*]. Densitatea bastonaşelor creşte spre periferie.

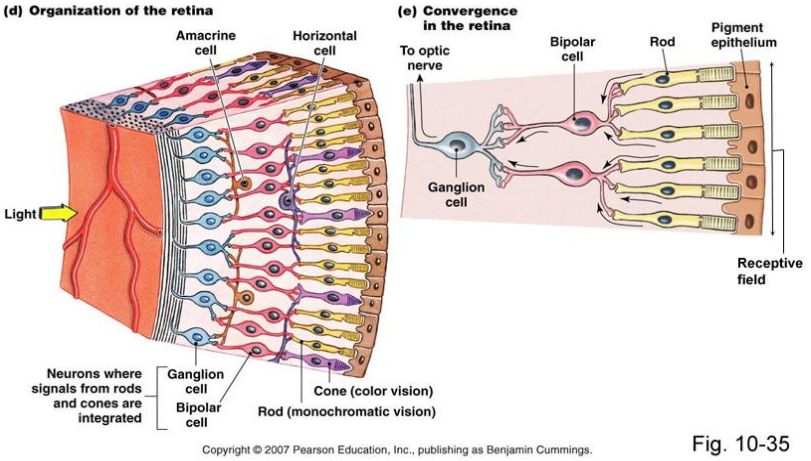


Fig 5. 2 Secțiune prin retina ochiului uman [ppt Dedolighit]

5.3 Percepția luminanțelor şi culorilor

Centrii vizuali din cortex primesc simultan două tipuri de informații: una cantitativă ce determină senzația de strălucire (răspunsul subiectiv la luminanță, respectiv intensitate luminoasă) şi una calitativă ce permite deosebirea culorilor prin nuanță şi saturație.

Sensibilitatea ochiului la percepția luminanțelor este foarte mare, de la circa $3 \cdot 10^{-4}$ cd/m^2 ce corespunde pragului de sensibilitate la $3 \cdot 10^{4}$ cd/m^2 când apare efectul de orbire [*].

Pentru a proteja conurile de efectul orbirii la iluminări mari, în timpul procesului de adaptare creierul comandă *închiderea irisului* de la diametrul de 8 mm pentru vederea nocturnă la 2 mm pentru vederea diurnă, ceea ce micşorează iluminarea retinei de 16 ori, *echivalentă cu patru unități de diafragmă* ale unui obiectiv de luat vederi.

Din multitudinea de teorii privind ***percepția culorilor*** [*], cea mai reprezentativă este teoria tricromatică (Young - Helmholtz) conform căreia retina ar conține grupuri de câte trei tipuri de conuri, sensibile fiecare la câte o treime din radiațiile spectrului vizibil, respectiv la domeniile albastru, verde şi roşu.

Aceste curbe corespund absorbției spectrale a conurilor - după Studnitz [*]. Prin sinteză aditivă cele trei excitații determină senzația oricărei culori, principiu folosit ca model şi în cinematografia şi televiziunea în culori. Ochiul normal şi antrenat poate distinge până la 1700 de nuanțe de culori. Senzația de strălucire este generată de anumite conexiuni între cele trei tipuri de conuri.

Sensibilitatea spectrală maximă a ochiului la vederea diurnă se manifestă la radiația cu lungimea de undă de 555 nm de culoare galben-verde. De o parte şi de alta a acestei lungimi de undă sensibilitatea scade treptat şi dispare complet la violet şi roşu, cu lungimile de undă de

circa. 400 nm şi respectiv 750 nm (fig.5.3). O sursă de lumină la care toate radiațiile din spectrul vizibil sunt de aceeaşi putere conferă luminii culoarea albă (albul ideal). *Prin urmare redarea corectă a culorilor unui obiect este condiționată de iluminarea acestuia numai cu lumină albă*.

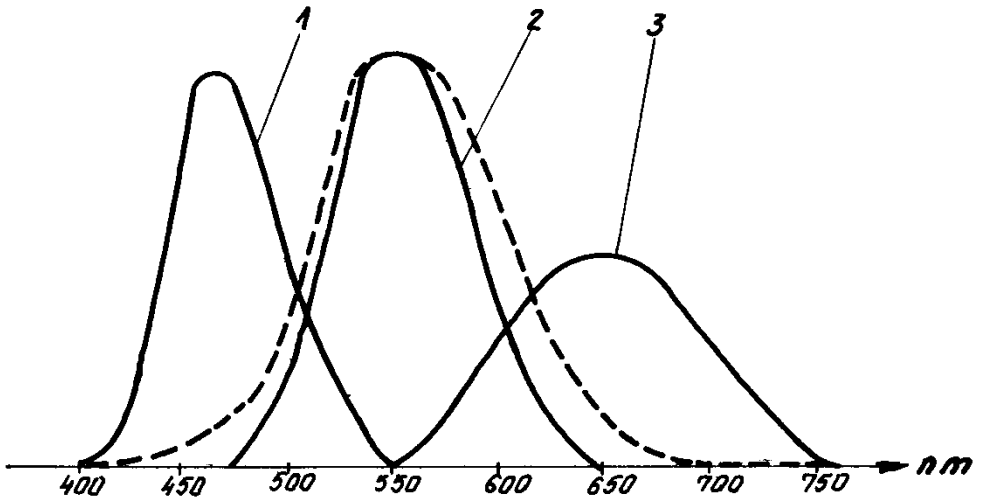


Fig.5.3. Sensibilitatea spectrală a celor trei tipuri de conuri:

1 -pentru treimea albastră a spectrului vizibil

2 -pentru treimea verde; 3 -pentru treimea roşie;

4 –sensibilitatea spectrală integrală a ochiului

PRACTIC: se demonstrează sinteza aditivă a culorilor cu ajutorul unui proiector cu leduri prin variația intensității luminii fiecărei componente RGB, şi/sau cu aparatul dedicat din bancul optic. Se demonstrează şi sinteze substractivă, cu ajutorul unui proiector Dedolight şi a filtrellor adecvate

5.4 Percepția contrastelor de luminanță

Ochiul evaluează cu mare aproximație valorile absolute ale luminanțelor dar este foarte sensibil la diferența dintre luminanțele relative ale suprafețelor alăturate. Percepția vizuală umană recunoaşte obiectele după imagini ce reproduc diferențe de luminanță între suprafețe alăturate.

Senzațiile ce apar la anumite excitații, pentru toate simțurile, se conformează legii Veber şi Fechner. Aplicând această lege senzațiilor vizuale [*] rezultă că diferența ΔQ dintre senzațiile ce apar la privirea a două suprafețe alăturate cu o diferență de luminanță $\Delta B = B_{max} - B_{min}$, este dată de expresia:

$$\Delta Q = K \frac{\Delta B}{\Delta B_{\max}}$$

(5.1)

unde: K este un coeficient de proporționalitate iar $\Delta B/B_{max}$ exprimă contrastul. După integrarea acestei ecuații deferențiale se obține:

$$Q = K \log B + C$$

(5.2)

unde C este constanța de integrare.

Prin urmare, din legea Weber şi Fechner rezultă că *orice senzație creşte direct proporțional cu logaritmul excitației*. Altfel spus, o senzație creşte în progresie aritmetică dacă excitația corespunzătoare creşte în progresie geometrică. De aceea expresia densității optice se prezintă sub o formă logaritmică.

Ochiul poate sesiza detalii pe un fond oarecare, sau două suprafețe alăturate, numai dacă diferența dintre luminanțele lor depăşeşte o anumită valoare minimă numită *prag al diferenței de luminanță,* căruia îi corespunde un contrast minim perceptibil ce reprezintă *pragul de contrast*. Mărimea inversă pragului de contrast defineşte *sensibilitatea de contrast* ce caracterizează capacitatea ochiului de a sesiza cele mai mici diferențe de luminanță. Pragul de contrast se menține constant numai pentru luminanțe cuprinse între 1 şi 460 cd/m^2 şi suprafețe cu dimensiunea unghiulară de cel puțin două grade [*]. În acest domeniu pragul de contrast este de aproximativ 0,017, respectiv de 1,7%. Pentru luminanțe foarte mici şi foarte mari, cât şi pentru detalii fine sensibilitatea de contrast a ochiului scade considerabil.

PRACTIC: se compară două benzi de lumină albă alăturate obținute de la două proiectoare Dedolight reglate la intensități diferite, proiectate pe un perete alb, măsurate cu un exponometru. Se determină pragul de contrast subiectiv pentru diferite nivele luminanță pe baza percepției studenților, se face media aritmetică şi se compară cu valoarea de mai sus. Se trag concluzii şi se comantează.

5.5 Acuitatea vizuală

Acuitatea vizuală ca însuşire a ochiului de a distinge până la cele mai mici detalii ale obiectelor este evaluată după *puterea de separație* care se exprimă prin mărimea inversă celui mai mic unghi sub care două puncte din spațiu sau de pe o suprafață sunt percepute distinct. Acesta este *unghiul limită de separație*.

Puterea de separație a ochiului este limitată, ceea ce înseamnă că nu putem distinge detalii oricât de fine ale subiectelor. Un punct obiect produce pe retină o imagine de difracție constituită dintr-o pată luminoasă circulară înconjurată de inele concentrice aleternativ luminoase şi întunecate (discul lui Airy, fig.5.4)[*]. Raza petei de difracție se schimbă numai în funcție de lungimea de undă şi de deschiderea pupilei.

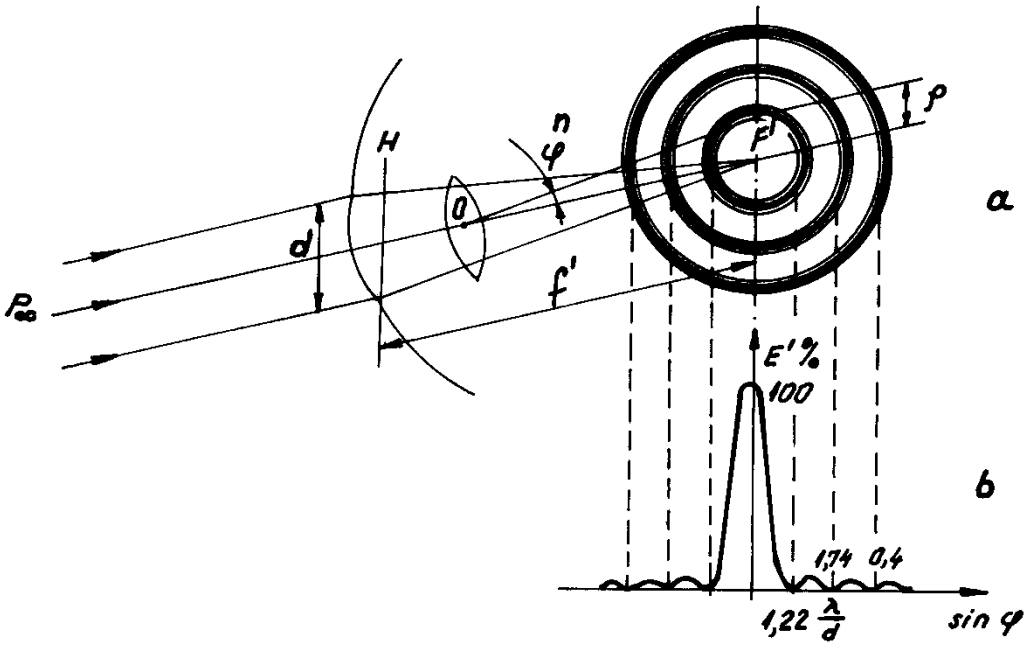


Fig.5.4. Difracția prin sistemul optic al ochiului:

a -imaginea de difracție; b -distribuția iluminării în imaginea de difracție.

Datorită scăderii accentuate a iluminării de la centru spre margine, pata de difracție pare a fi mai mică decât în realitate, astfel încât *practic diametrul vizual al acesteia se consideră a fi egal cu raza primului inel întunecat ce o delimitează:* $D_v = \rho$ (fig. 5.5).

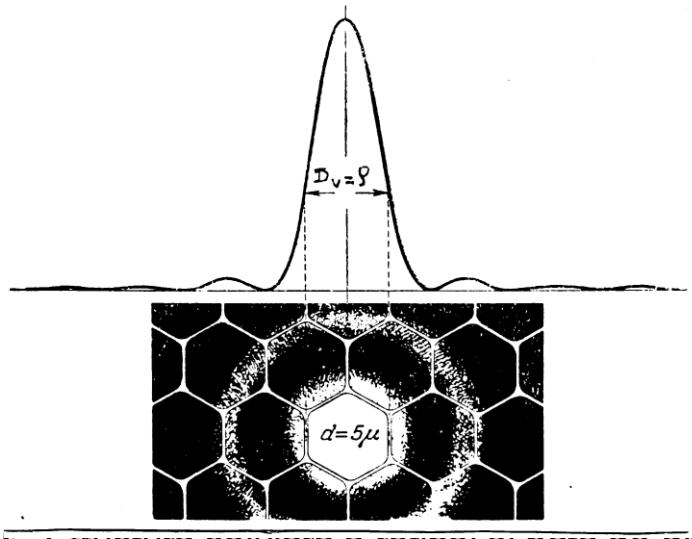


Fig.5.5. Structura celulară a retinei şi pată de difracție.

Două pete de difracție alăturate vor fi percepute distinct numai dacă sunt situate la o asemenea distanță încât pe curba totală de distribuție a iluminării (fig.5.6) minimul scade cu 20% față de cele două maxime, ceea ce ochiul sesizează prin contrast [*].

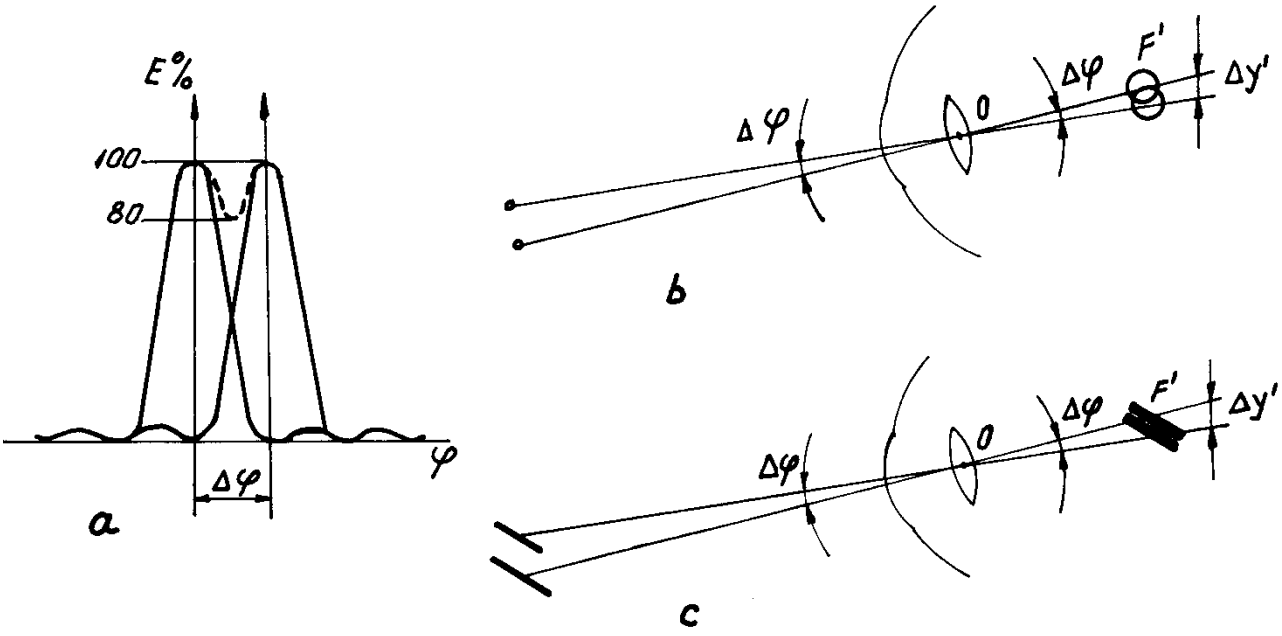


Fig. 5.6. Condiția limită de vizibilitate a două pete de difracție după Rayleigh:

a -poziția limită; b -unghiul limită de separație pentru două puncte;

c -unghiul limită de separație pentru două linii.

Această condiție limită corespunde situației când maximul de iluminare din imaginea de difracție a unui punct coincide cu primul minim din imaginea punctului alăturat. Distanța unghiulară corespunzătoare

reprezintă tocmai ***unghiul limită de separație*.** El are valoarea de 1', cu mici variații în funcție de culoare.

Din fig. 5.5 se observă că diametrul petei de difracție este cu puțin mai mare decât dimensiunea unui con - celula fotosensibilă elementară a ochiului. *De aceea pentru ca două puncte apropiate sau două linii paralele să fie percepute distinct este necesar ca imaginile lor de difracție să se proiecteze pe două conuri separate din retină*. Unghiul limită de un minut se referă la vederea diurnă, la iluminări de peste 50 lx, în condiții de contrast maxim şi privire încordată. În condiții normale de privire, la contraste moderate, unghiul limită este mai mare, anungând la 2 ÷4' [*].

În afara centrului foveal puterea de separație a ochiului scade semnificativ.

PRACTIC: se desenează două puncte alăturate şi două linii groase de 1mm la distanța de 1mm, negru pe alb. Se îndepărtează hârtia până când punctele, respectiv liniile nu mai pot fi distinse separat şi se reface calculul unghiului limită de separație. Se compară cu valoarea menționată.

5.6 Percepția clarității contururilor

Obiectele sunt delimitate de contururi având de o parte şi de alta luminanțe diferite. Chiar şi în cazul unui contur perfect clar în sine, datorită imperfecțiunii vederii, imaginea va prezenta o anumită neclaritate reprezentată prin curba din fig.5.7,c întinderea căreia corespunde unghiului limită de separație $\Delta\varphi$. Prin creşterea contrastului unghiul limită devine mai mic, panta curbei creşte iar conturul respectiv pare mai clar. În cazul în care contrastul ajunge la valoarea de prag, dispare şi senzația de claritate. De aici rezultă că ***nu este absolut necesar ca imaginea cinematografică şi de televiziune să reproducă foarte clar contururile, ceea ce din punct de vedere tehnic este avantajos*** deoarece costurile şi prin urmare precizia pe care trebuie să o asigure echipamentele scad.

Unghiul limită de separație constituie criteriul pentru stabilirea următorilor parametri de bază ai imaginii cinematografice şi de televiziune:

- neclaritatea maximă admisibilă a imaginii, pentru $\Delta\varphi = 5{,}5' \div 7'$;
- viteza relativă maximă admisă dintre obiect şi aparatul de filmat, respectiv viteza de panoramare maximă, în funcție de neclaritatea de mişcare admisă pentru $\Delta\varphi = 5{,}5 \div 7'$(ω_{max}=180 / f [^{0}/s]);
- instabilitatea admisibilă a imaginii proiectate pe ecran, pentru $\Delta\varphi$=5,5';
- profunzimea câmpului de claritate al obiectivelor, pentru $\Delta\varphi = 4' \div 5{,}5'$.

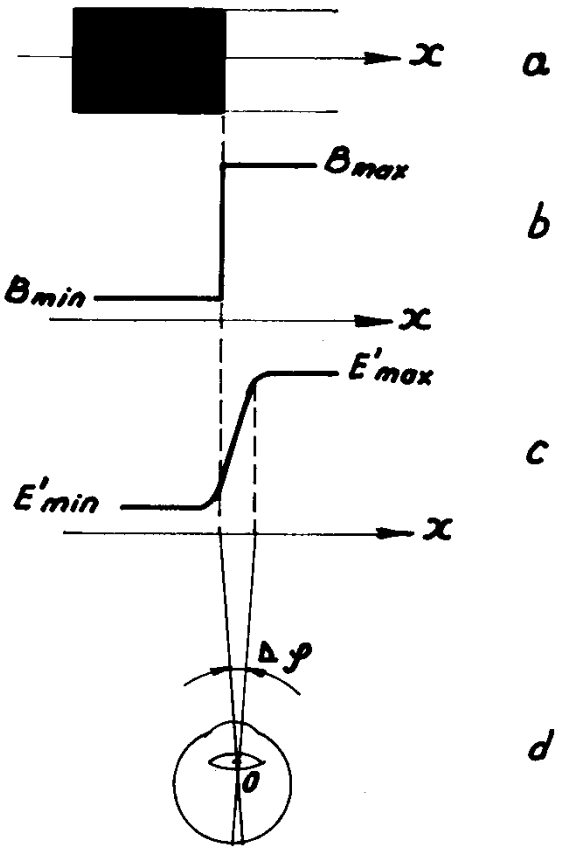


Fig.5.7. Neclaritatea unui contur rectiliniu:

a -obiect cu contur clar; b -variația luminanței obiectului;

c -variația iluminării imaginii pe retină; d -ochiul.

La cinema / TV se acceptă unghiuri limită mai mari decât în condițiile obişnuite de privire deoarece luminanța medie a imaginii proiectate pe ecran este relativ scăzută, contrastele sunt moderate, iar în condiții de mişcare ochiul sesizează mai greu neclaritatea imaginii proiectate.

5.7 Câmpuri şi unghiuri vizuale

Câmpul vizual al ochiului reprezintă ansamblul de puncte din spațiu ale căror imagini se formează pe retină. Pentru vederea diurnă se deosebesc:

Unghiul vederii directe, de aproximativ 1°, corespunde centrului foveal, în care acuitatea vizuală este maximă. Ochiul se orientează în

orbită astfel încât imaginea punctului atenției principale să se formeze în această zonă.

Unghiul vederii distincte*,* de circa 6° în sens orizontal şi 8° vertical, corespunde petei galbene din jurul centrul foveal, zonă în care obiectele sunt percepute destul de clar. În afara acestui unghi claritatea imaginii scade pronunțat.

Unghiul optim pespectiv*,* de aproximativ 28° (aproape 30°) în plan vertical şi 37° (aproape 40°) în plan orizontal, corespunde câmpului în care se percepe bine perspectiva.

Unghiul vederii în culori*,* de aproximativ 60° corespunde câmpului în care toate culorile sunt percepute corect. În afara acestui unghi sensibilitatea la culoare scade, mai întâi pentru domeniul roşu / verde apoi şi pentru albastru.

Unghiul vizual maxim, de 130°- 140° în plan vertical şi 140°- 160° în plan orizontal, depinde de configurația feței fiecărui individ.

Unghiul vederii stereoscopice, de până la 60° - 70° corespunde câmpului binocular în care se percepe bine relieful.

Unghiul maxim al vederii binoculare ajunge, în plan orizontal, la circa 180°.

Unghiul mic al vederii distincte permite concentrarea atenției asupra zonei de interes principal. Vederea periferică, cu o claritate redusă dar un unghi foarte larg, permite orientarea în spațiu.

5.8 Percepția obiectelor într-un câmp larg

Din cele manționate mai sus rezultă implicit că deşi prezintă un câmp vizual foarte larg, ochiul poate desluşi clar numai porțiuni mici de suprafață, cuprinse în limita unghiului de circa un grad, corespunzător centrului foveal, cu o extindere rezonabilă până la unghiul vederii distincte de 5÷8 grade.

O suprafață întinsă se percepe printr-o analiză rapidă şi secvențială, întâi a celor mai luminoase detalii conținute de-a lungul contururilor în care se concentrează majoritatea informației, apoi privirea alunecă pe porțiunile mai puțin luminoase. Zonele cu detalii puține aproape că nu sunt analizate. La percepția spațiului în profunzime ochiul se acomodează rapid pentru a percepe clar detaliile semnificative. Pentru a cuprinde spații largi ochiul se roteşte în orbită, la nevoie rotindu-se şi capul sau corpul întreg. Imaginile analizate succesiv se rețin şi sunt analizate în creier pentru a întregi tabloul.

Ochiul nu este apt de a evalua dimensiunile reale ale obiectelor situate față de observator la diferite distanțe, în schimb este foarte *sensibil la evaluarea raporturilor* dintre mărimile lor. Mărimea aparentă a unui obiect, situat la o anumită distanță, este dată de unghiul de

vizibilitate (fig.5.10). Unghiul mare de vizibilitate al unui obiect, în sine cunoscut, dă senzația că acesta se află aproape de observator, pe când un unghi mic dă senzația depărtării.

5.9 Percepția monoculară a spațiului

În vederea monoculară spațiul tridimensional se reduce la unul bidimensional grație faptului că imaginile tuturor obiectelor, indiferent de depărtarea lor față de observator, se proiectează pe o singură suprafață. În ochi această suprafață este curbă iar în toate aparatele de luat vederi este suprafața plană.

Mărimea imaginilor proiectate este în raport invers cu distanțele dintre observator şi obiectele considerate. Acest fapt determină pe retină apariția unui tablou cu ***imagini în perspectivă*** având centrul proiecției în centrul optic al ochiului (fig.5.8).

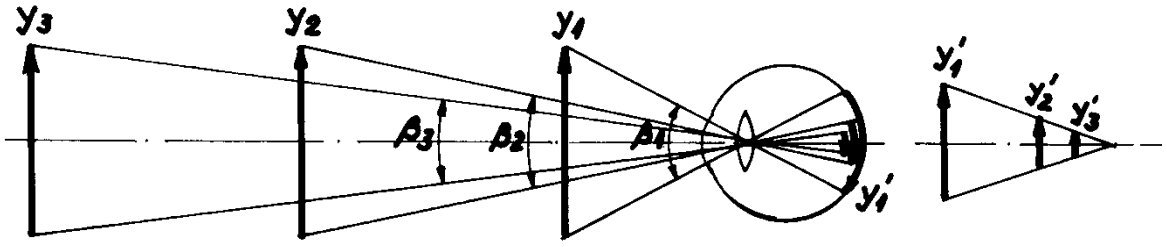


Fig.5.8. Unghiuri de vizibilitate şi imagini proiectate pe retină

Într-un asemenea tablou liniile paralele ale obiectelor devin convergente în puncte de fugă aflate pe linia orizontului, situate la nivelul ochiului față de sol (fig.5.9).

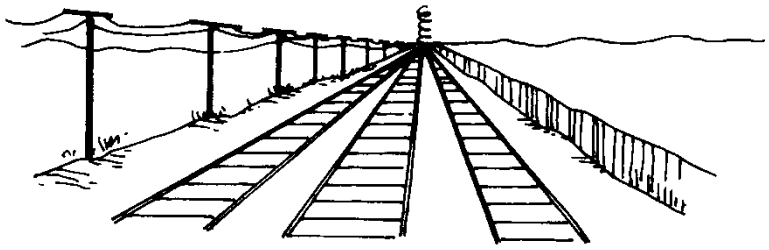


Fig. 5.10 Imagine în perspectivă

PRACTIC se observă cu atenție în mediul înconjurător percepția imaginilor similare celei din fig. 5.10

Percepția tridimensională a spațiului în condițiile vederii monoculare este de natură psihologică. Mărimea imaginii obiectelor cunoscute şi convergența liniilor de fugă analizate subconştient reproduc senzația volumelor şi a distanțelor în profunzime, respectiv senzația de spațialitate.

Senzația de spațialitate este puternic influențată de jocurile de lumini şi umbre ce alcătuiesc ***perspectiva tonală,*** de culori -

prespectiva cromatică, precum şi de ***pespectiva aeriană*** care este în mare măsură influențată de transparența mediului [*]. În condițiile unei atmosfere curate, cu transparență mare, obiectele se văd clar, cu multe detalii, şi de aceea ele par mai apropiate decât în cazul unei atmosfere cu ceață. În ultimul caz imaginile devin estompate, îşi pierd detaliile, se micşorează contrastele şi saturația culorilor. De aceea obiectele par a se pierde în depărtare.

Este evident că toate aparatele de luat vederi obişnuite 2D sunt echivalente sistemelor monoculare cu care se obțin imagini în perspectivă dar lipsite de relief. Controlul perspectivei imaginii de film prin alegerea anumitor obiective de luat vederi impuse de dramaturgia filmului sau emisiunii este indiscutabil unul dintre cele mai importante instrumente de creație artistică.

6. Distanța focală şi principiul formării imaginilor optice

Obiectivul de luat vederi este un sistem optic complex care proiectează pe suprafața fotosensibilă din aparatul foto, de filmat sau camera video, imagini reale şi inversate ale obiectelor aflate în limita unghiului său de cuprindere.

Obiectivele se deosebesc după caracteristici geometrice, fotometrice, calitative şi constructive. Se pot folosi ca instrumente de creație artistică îndeosebi caracteristicile geometrice:

-distanța focală
-unghiul de cuprindere
-deschiderea relativă

Aceste caracteristici permit obținerea unor imagini care să reproducă o ***spațialitate subiectivă*** în concordanță cu viziunile estetice ale creatorilor de imagini filmate sau fotografiate.

Distanța focală este caracteristica optică fundamentală a oricărui obiectiv. Ca valoare absolută, exprimată în milimetri, ea are sens *numai dacă este corelată cu formatul* pe care se filmează (dimensiunile fotogramei sau țintei camerei video).

Distanța focală determină:

-mărimea absolută a imaginii în raport cu mărimea obiectului şi cu distanța acestuia față de obiectiv;

-unghiul de cuprindere al câmpului obiect redat în imagine în raport cu mărimea ferestrei de expunere din aparatul de luat vederi;

-încadratura obiectelor în raport cu distanța lor față de obiectiv şi cu mărimea ferestrei de expunere;

- perspectiva generală a cadrului, în raport cu poziția punctului de stație al aparatului;

-perspectiva cinetică în raport cu viteza relativă dintre obiect şi aparatul de luat vederi;

-deschiderea relativă ce defineşte indicele de diafragmă în raport cu diametrul pupilei de intrare a obiectivului;

-profunzimea câmpului de claritate în raport cu valoarea diafragmei şi cu distanța de punere la punct.

Se consideră ca model de obiectiv o lentilă convergentă subțire ideală care produce imagini perfect clare. Ca rezultat al devierii prin lentilă, razele divergente emise dintr-un punct obiect sunt transformate într-un fascicul convergent ce formează un punct imagine. Unui punct obiect situat la infinit, de la care provin raze paralele îi corespunde un punct imagine unic, numit focar imagine F' (fig.6.1). Focarul obiect F este punctul obiect căruia îi corespunde o imagine la infinit. Rezultă că oricărui fascicul incident de raze paralele din spațiul obiect îi corespunde în spațiul imagine un fascicul focal, şi reciproc, oricărui fascicul focal din spațiul obiect îi corespunde în spațiul imagine un fascicul paralel. Orice rază de lumină trece prin centrul lentilei nedeviată (Ea se numeşte rază principală).

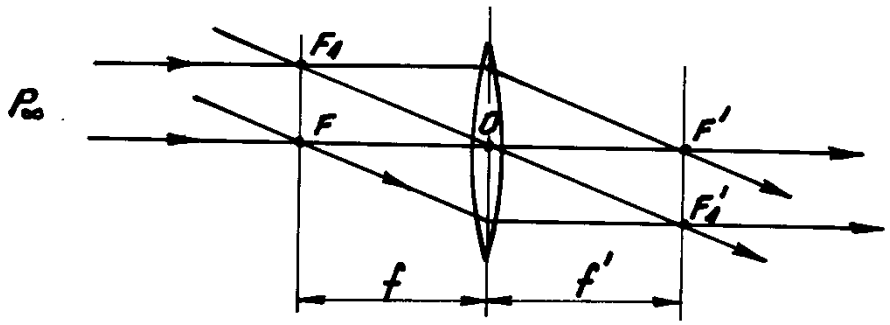


Fig. 6.1 Focare şi distanțe focale la o lentilă convergentă subțire.

Razele principale, razele paralele şi cele focale stau la baza construcției geometrice a imaginilor prin obiective (fig. 6.2.). În cazul lentilelor subțiri distanțele focale f şi f ' se măsoară de la planul median până la planele focale corespunzătoare.

PRACTIC: se arată construcția imaginii optice printr-o lentilă subțire cu ajutorul bancului optic conform fig.6.2

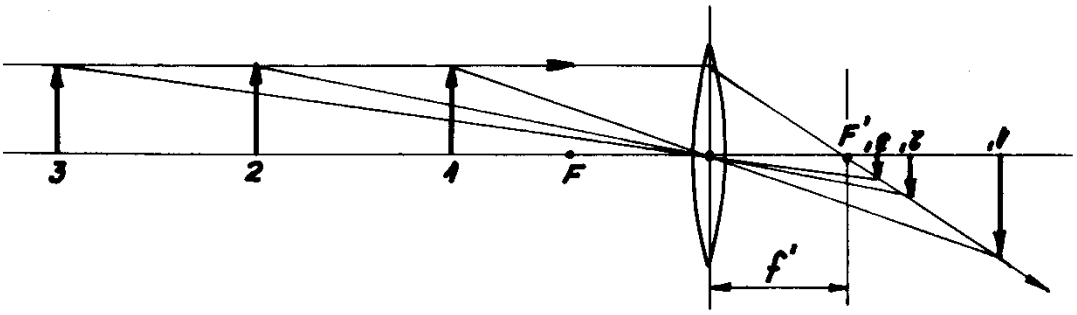


Fig. 6.2. Construcția geometrică a imaginilor printr-o lentilă subțire.

Din punctul de vedere al distanțelor focale şi al formării imaginilor, un obiectiv, indiferent de complexitatea lui constructivă, chiar dacă este fomat din zeci de lentile, este echivalent cu o lentilă de grosime finită (fig.6.3), la care se acceptă că refracția razelor de lumină prin cele două suprafețe ce o

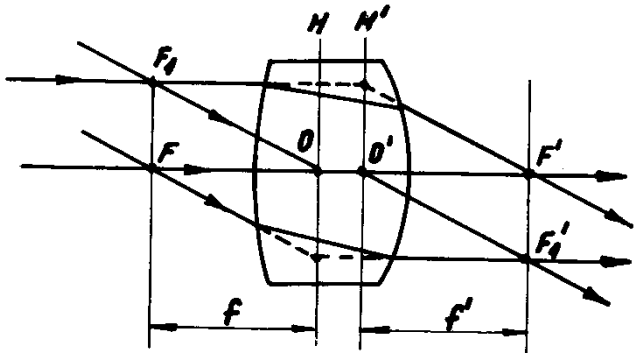


Fig.6.3. Plane principale şi distanțe focale la lentile cu grosimi finite şi obiective.

mărginesc este echivalentă cu devierea prin două plane ipotetice, numite plane principale: un plan principal imagine H', ce se află la intersecția razelor paralele incidente cu razele focale emergente şi un plan principal obiect H, aflat la intersecția razelor focale emergente cu razele paralele incidente.

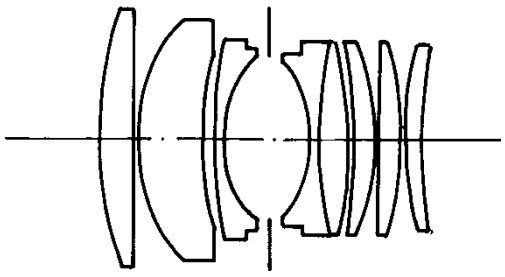


Fig.6.4. Schema unui obiectiv de construcție normală . Planar Zeiss f 50mm 1,2/T1,3.

Prin urmare, în cazul obiectivelor, distanțele focale se măsoară de la planele focale până la planele principale corespunzătoare. Astfel orice obiectiv poate fi echivalat cu o lentilă subțire situată în planul principal imagine (fig.6.5,a şi 6.6,a).

PRACTIC se foloseşte un obiectiv oarecare cu distanța focală de 50mm şi o lentilă subțire cu aceeaşi distanță focală, din bancul optic. Se aşează alături pentru a proiecta pe un ecran imaginea aceluiaşi subiect. Poziția lentilei subțiri față de obiectiv arată poziția planului principal imagine.

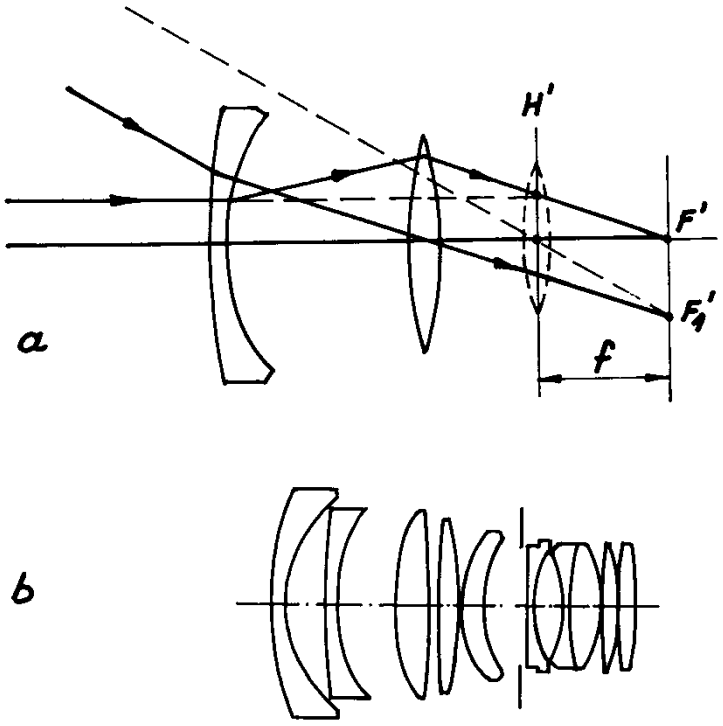


Fig.6.5. Obiectiv retrofocal:

a -schema de principiu şi echivalența cu o lentilă subțire;

b -schema obiectivului Distagon Zeiss f 25 mm 1,2/T1,3

După poziția planelor principale se deosebesc patru tipuri de obiective: normale, retrofocale, teleobiective şi transfocatoare.

Obiective de construcție normală sunt cele la care planele principale se găsesc în interiorul obiectivului (fig.6.3. şi 6.4).

Retrofocale (fig.6.5) sunt de obicei obiectivele grandangulare şi superangulare la care planul principal imagine se află în afara obiectivului în spațiul imagine. Distanța lor focală este mai scurtă decât distanța măsurată de la ultima lentilă până la planul focal. Pentru

aceasta se introduce o lentilă divergentă frontală după cum se vede în schemă.

PRACTIC se repetă experiența anterioară cu un obiectiv cu f=18mm maxim, de preferință f=9,8mm pentru aparat de filmat pe peliculă de 35mm. O lentilă subțire cu distanța focală egală cu a obiectivului ales, pusă lîngă el va determina planul principal imagine.

În cazul teleobiectivelor lentila divergentă este în spatele obiectivului normal, pentru a deplasa planul principal imagine mult în față, conferind acestui obiectiv o distanță focală lungă într-o construcție compactă (fig.6.6). Soluția este esențială pentru construcția teleobiectivelor, care în construcție clasică ar avea lungimi care le-ar face greu de folosit. De exemplu un obiectiv cu f=500mm ar avea 500mm lungime, care este mult diminiată prin acestă soluție.

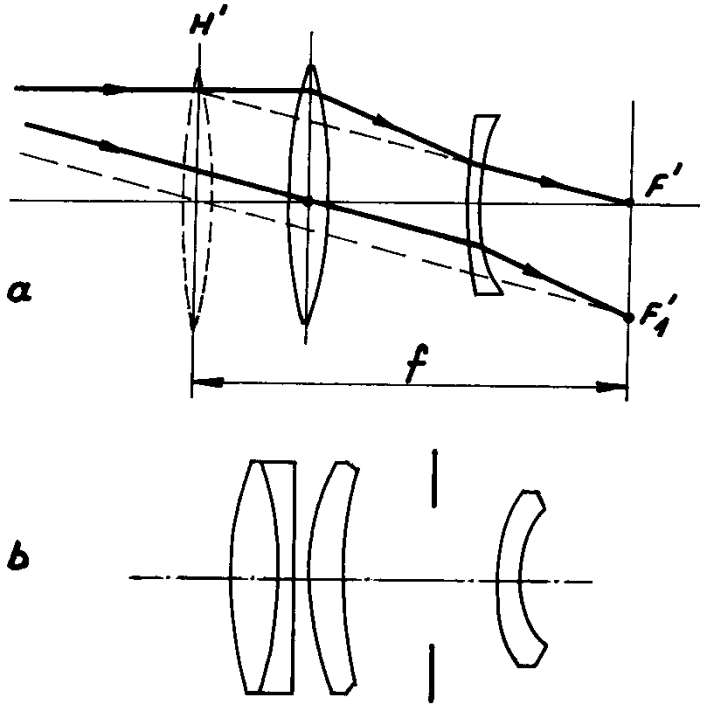


Fig. 6.6. Teleobiectiv:

a -schema de principiu;

b -schema teleobiectivului Tair f 200 mm 1:2,8

PRACTIC: se repetă experiența anterioară cu un obiectiv cu distanța focală cât mai lungă, dar nu mai puțin de 150mm. Se arată studenților poziția lentilei subțiri echivalente care materializează poziția

planului principal față de obiectiv. Acesta este în afara obiectivului, în spațiul obiect, cu atât mai departe de carcasa obiectivului cu cât distanța focală este mai lungă.

Sunt disponibile obiective cu distanțe focale fixe între 6mm(ochi de peşte) şi 1000mm pentru formate pe 35mm, cele mai multe cu deschiderea relativă de 1,2. Se construiesc şi obiective cu deschiderea relativă sub 1, care însă nu se găsesc uzual pe piață.



Fig. 6.7 Obiective Nikkor cu distanțe focale fixe

La transfocatoare (fig.6.8), construite pe baza sistemelor de lentile telescopice afocale, variația distanței dintre unele componente determină modificarea distanței focale, de obicei de la echivalența cu un obiectiv retrofocal (cu distanță focală scurtă) până la o distanță focală lungă, chiar până la echivalența cu un teleobiectiv.

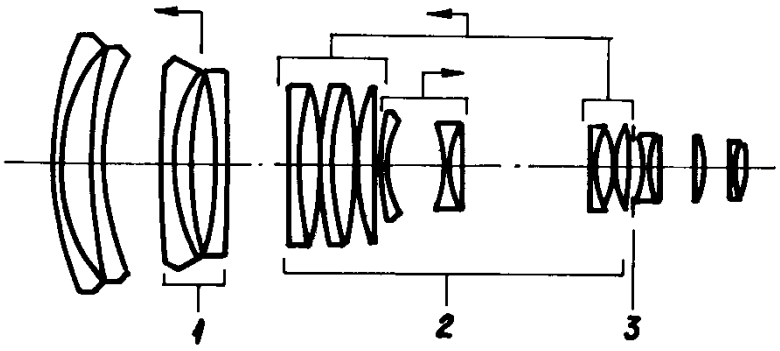


Fig. 6.8. Schema transfocatorului CookeVarotol f20-100 mm 2,8/T3,1:

1 -component flotant pentru punerea la punct a clarității imaginii;

2 -grupa de componente flotante pentru variația distanței focale; 3 - diafragma iris.

PRACTIC: -se observă mişcarea lentileor în interiorul unui transfocator prin lentila frontală.

-se montează un transfocator pe proiectorul de control Chrosziel şi se observă prin proiecție variația mărimii imaginii cu distanța focală.

-se atrage atenția asupra poziției critice a transfocatorului față de planul imaginii, arătându-se că dacă aceasta nu se respectă, şarful nu se menține dacă variază distanța focală

6.1 DISTANȚA FOCALĂ ŞI UNGHIUL DE CUPRINDERE

Câmpul imagine al obiectivului este circular. Iluminarea lui scade treptat de la centru spre margine până la întunecare totală. Din câmpul imagine se selectează un câmp util pentru care aberațiile sunt corijate iar iluminarea imaginii nu scade semnificativ.

Unghiul de cuprindere al obiectivului, numit şi *unghi de câmp*, delimitează spațiul obiect redat în imagine (fig. 6.9).

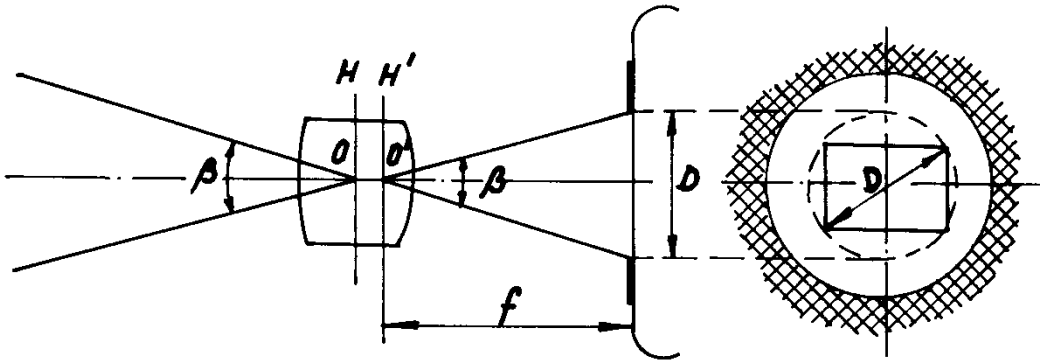


Fig.6.9. Formarea unghiului de cuprindere al obiectivului.

Unghiul de cuprindere maxim β_{max} este determinat de către diametrul câmpului util şi de către distanța focală *f.* El creşte pe măsură ce distanța focală scade.

O clasificare a obiectivelor în funcție de unghiurile de cuprindere şi de distanțele focale trebuie raportată la un ***obiectiv normal*** ce are unghiul de cuprindere aproximativ egal cu unghiul optim perspectiv al ochiului, de *aproape 40° în plan orizontal.* ***Obiectiv normal este cel care, pentru o imagine în perspectivă, redă senzația de spațialitate apropiată de cea reală pe formatul folosit.*** Obiectivele cu unghiuri de cuprindere mai mari se numesc *grandangulare* iar cele cu unghiuri mai

mici se numesc *teleobiective*, după efectul de telescop al imaginii obținute cu ajutorul lor. ***Obiectivele grandangulare amplifică perspectiva, iar teleobiectivele o aplatizează***.

Valoarea absolută a distanței focale, inscripționată în milimetri pe montura oricărui obiectiv, **are semnificație numai în raport formatul aparatului de luat vederi**, fie el video sau pe peliculă, deoarece o imagine obținută cu o anumită distanță focală, dar proiectată pe formate diferite determină unghiuri de cuprindere şi încadraturi diferite, şi implicit, senzații vizuale diferite. (fig.6.9).

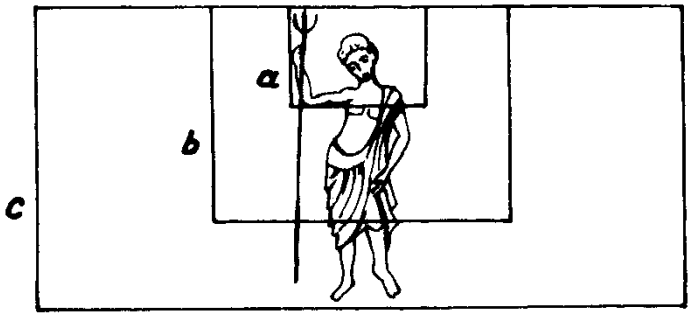


Fig.6.9. Încadraturi obținute cu obiective cu aceeaşi distanță focală pe formate diferite:

a - pe peliculă de 16 mm; b - pe peliculă de 35 mm;

c - panoramic pe peliculă de 65(70) mm.

De aceea, un obiectiv normal pentru un anumit format devine grandangular pentru un format mai mare şi teleobiectiv pentru un format mai mic.

Din acelaşi punct de stație, cu aparate de diverse formate se obțin aceleaşi încadraturi, aceeaşi perspectivă şi senzații vizuale identice numai cu obiective care asigură egalitatea unghiurilor de cuprindere (fig.6.10). În acest caz este suficient ca imaginea de pe un format mai mic să fie mărită pentru a se suprapune exact cu imaginea de pe un format mai mare. Astfel **condiția de echivalență a distanțelor focale** pentru diferite formate se asigură dacă raportul dintre înălțimea, (sau lățimea) fotogramei şi distanța focală este constant:

$$h1/f1=h2/f2=.....hn/fn=CONSTANT \quad (6.2)$$

De exemplu, considerând formatele cinematografice standard pentru peliculele de 16 şi 35 mm, ale căror fotograme au dimensiunile de 7,5 x 10,4 mm, şi respectiv 16 x 22 mm, se constată că distanțele focale echivalente se găsesc într-un raport de aproximativ 1:2. La camerele video aprecierile se fac similar.

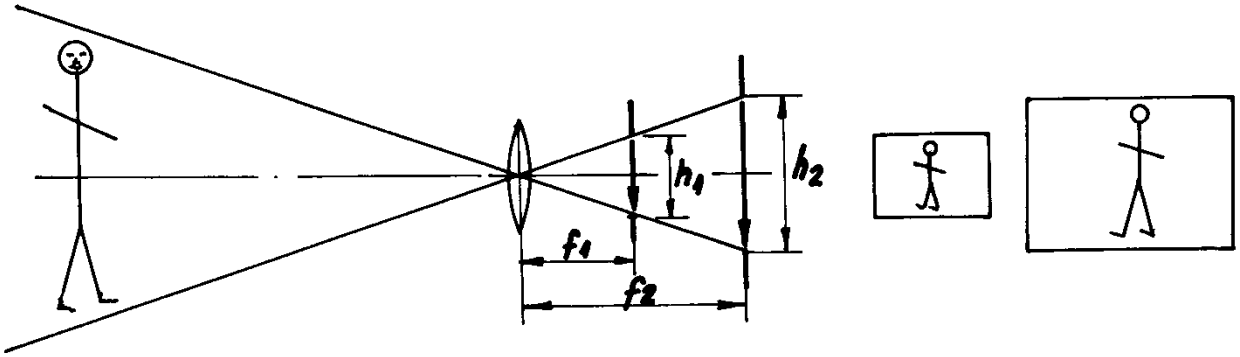


Fig.6.10. Condiția de echivalență a distanțelor focale pentru formate diferite.

PRACTIC:

-acelaşi obiectiv, de exemplu cu f=50mm se montează pe un aparat de filmat de 35mm, studenții privesc prin el, apoi acelaşi obiectiv se schimbă pe un aparat de 16mm şi se priveşte din nou prin vizor, având un reper comun într-o parte a cadrului. Se vor folosi aparate Arri 35 şi Arri 16St cu montură C de 41mm şi obiective cu aceeaşi distanță focală care se schimbă, de către stucenți, de pe un aparat pe altul

-cu camera video echipată cu transfocator se variază distanța focală urmărindu-se încadratura. Se vor obține imagini ca în fig 6.11, poate nu cu aceeaşi gamă de variație.

Acelaşi lucru se poate face şi cu un aparat de filmat sau foto, schimbând obiective cu diferite distanțe focale.

7. Montajul obiectivelor pe cameră. Operațiuni de control

Orice obiectiv de luat vederi trebuie să fie curat şi toate comenzile să funcționeze uşor şi lin. Se ține corpul obiectivului cu o mână iar cu celalaltă se rotesc toate inelele de comandă: pentru şarf, pentru diafragmă, pentru transfocare dacă este cazul. La trandfocare servoasistetă se alimentează servozoomul din cameră şi se acționează cu viteză foarte mică. Funcționarea mecanismului trebuie să fie uniformă. Se acționează şi celelalte comenzi, de exemplu dublorul de distanță focală dacă există.



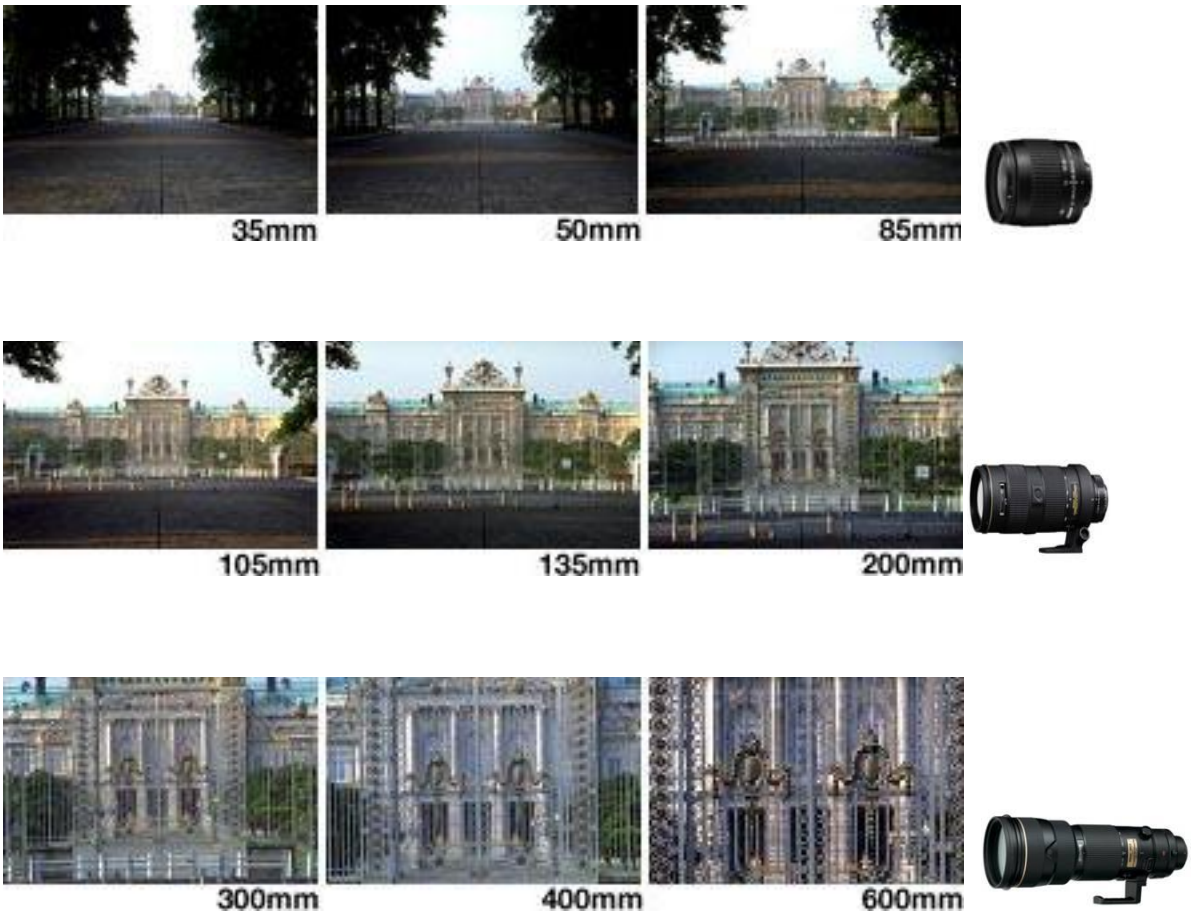


Fig.6.11 Fotografii realizate din acelaşi punct de stație cu obiective de diferite distanțe focale Nikkor. Observați variația încadraturii şi a perspectivei (Schimbarea perspectivei este vizibilă în special marginile drumului din primele fotografii).

Unele camere performate, chiar HD, sunt echipate cu obiective transfocatoare care fac parte integrantă din camera video (de ex. Sony EX1). Majoritatea camerelor broadcast au însă monturi speciale care permit schimbarea uşoară a obiectivelor (fig.7.1).





Fig. 7.1.a) Exemple de monturi pentru camere video profesionale

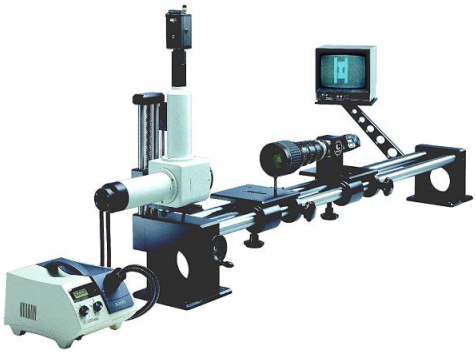
b) Montarea transfocatorului pe o cameră video broadcast

Imensa majoritate a camerelor video broadcast sunt echipate cu transfocatoare. Distanța lor focală variază de regulă (dar nu obligatoriu) în jurul distanței focale normale. Reamintim că distanța focală normală este distanța focală pentru care unghiul de cuprindere este similar cu unghiul optim perspectiv al vederii umane de aproape 40^0 în plan orizontal. Prin urmare, distanța focală, dacă nu se specifică formatul țintei pentru care este folosită, este o cifră fără sens.

La montarea obiectivelor de luat vederi pe aparatele de filmat şi pe camerele video profesionale, pe lângă faptul că trebuie să se potrivească montura, ceea ce asigură implicit corespondența cu mărimea țintei pentru care este corijat obiectivul, trebuie verificată riguros distanța până la suprafața fotosensibilă (back focus distance, engl.). Dacă această distanță nu este respectată riguros, cu precizie de 0,01mm depinzînd de mărimea țintei, scala de punere la punct (şarf) nu este respectată la obiectivele cu distanță focală fixă, iar la transfocatoare, suplimentar, nu se menține şarful în timpul schimbării distanței focale (transfocării). Acest parametru se verifică profesional în laboratorul de optică cu ajutorul colimatorului. Dacă acest lucru nu este posibil, se vizează la distanță cât mai mare detalii fine din peisaj, de exemplu antene de pe blocuri îndepărtate pentru punerea la punct pe infinit, se face şarful la ochi şi se verifică reperul de infinit de pe scala de şarf. Se poate şi invers: se pune şarful pe infinit, se vizează detalii fine cât mai depărtate şi se observă dacă imaginea lor este clară. În timpul transfocării între limitele extreme, şarful trebuie să se mențină.

PRACTIC

a) Se verifică precizia colimatorului cu ajutorul lamei de contrlol perfect plane din trusă. Reperul mobil trebuie să fie simetric față de cele laterale fixe. Se montează camera cu obiectiv şi cu şarful pe infinit se verifică simetria reperelor de pe monitor.



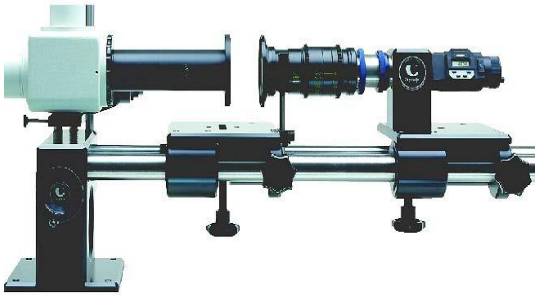
a) Vedere generală a colimatoruluiChrosziel



b) Camera Sony EX 1 pe colimatorul din UNATC “IL Caragiale”



c) Reperele de şarf ale colimatorului



d) Obiectiv pe colimator

Fig. 7.2 Colimator Chrosziel cu camera video Sony EX 1

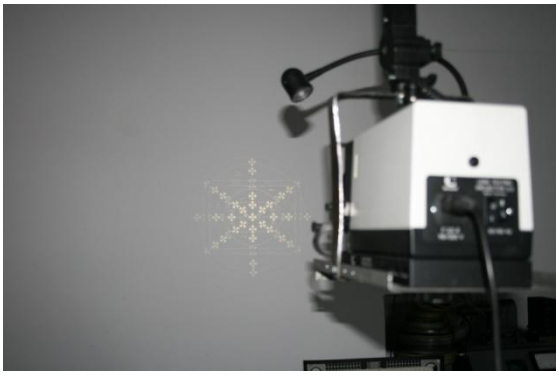
Acest colimator, singurul din România afalt la UNATC “I L Caragiale”, are avantajul că nu depinde de observația subiectivă a imaginii de control, care arată ca în fig. 7.2,c afişînd cu precizie poziția unui reper mobil între două repere fixe. În fig.7.2, d se observă montajul unui obiectiv pentru măsurarea distanței de aşezare fără cameră.

b) Evaluarea puterii de rezoluție şi a distanței de aşezare prin filmarea unor mire speciale – ca în fig.7.3



Fig. 7.3 Filmarea unei mire de rezoluție

b) Evaluarea puterii de rezoluție a obiectivelor prin proiecție, se face prin proiecția unei mire speciale de rezoluție care poate genera până la 200 linii/mm (fig.7.3)



a) Mira de rezoluție proiectată



b) Obiectiv cu distanța foclă de 80mm pe proiectorul de control

Fig.7.3 Controlul puterii de rezoluție a obiectivelor prin proiecție

IMPORTANT

Obiectivele trebuie să fie echipate cu parasolarele potrivite deoarece lumina parazită pe prima lentilă poate altera dramatic contrastul imaginii filmate.

La transport obiecivele se acoperă cu capace de protecție adecvate.

Suprafața murdară a lentilei frontale se curăță de preferință în laboratorul de întreținere. O lentilă cu amprente nu prea evidente nu va forma o imagine vizibil afectată, cu difuzie evidentă. Dacă totuşi lentila este foarte murdărită accidental se curăță de către cameraman la locul filmării, cu ustensile speciale inclusiv soluții dedicate, cu mare atenție.

Transportul obiectivelor se face în cutii speciale cu materiale amortizoare de şocuri şi etanşe la intemperii şi praf. Dacă sunt montate pe camere, acestea se transporă în condiții similare.

PRACTIC: se face o demonstrație a efectului difuziei luminii parazite în obieciv filmând mira de rezoluție. În timpul filmării se proiectează pe lentila frontală a obiectivului un spot aproape axial, puțin înclinat față de axa optică, provenind de pa un proiector Dedolight focalizat şi se observă efectul asupra imaginii trăgîndu-se concluzii asupra importanței folosirii parasolarului la filmare.

8. Distanța focală şi încadratura

Încadratura este un element fundamental de creație artistică prin care se stabileşte relația de distanță şi de comunicare dintre subiect şi spectator. În raport cu figura umană încadraturile definesc planurile cinematografice [*].

PRACTIC: cu camera video echipată cu un transfocator şi legată la un monitor se filmează din acelaşi punct de stație un plan general, un plan american, un plan mediu, şi un portret şi un plan detaliu, profesorul comentând diferențele între ele.

Lucrarea continuă cu explicarea calculelor privind relațiile de încadratură care se stabilesc pe baza construcției geometrice a imaginilor şi se definesc prin coeficientul de micşorare *m* ce indică de câte ori imaginea este mai mică decât obiectul.

$$m=y/y'=H/h=x/f=p/p' \tag{8.1}$$

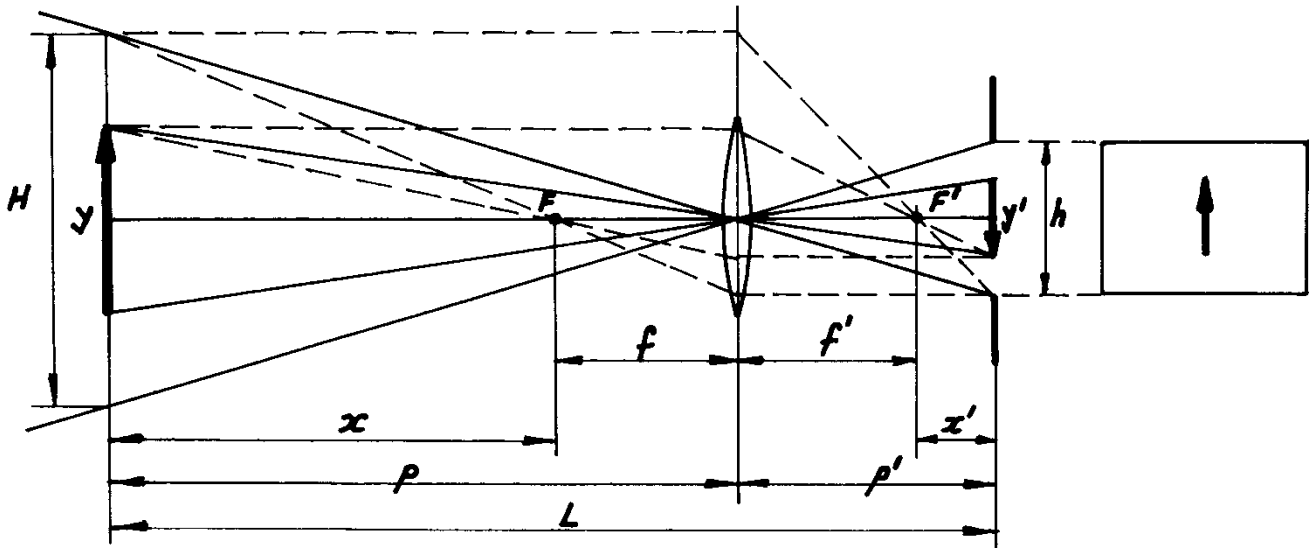


Fig. 8.1. Formarea imaginii printr-un obiectiv şi încadratura

Aceste relații se deduc din triunghiurile asemenea ce se formează în spațiile obiect şi imagine, în care: y este mărimea obiectului; y' - mărimea imaginii; H - mărimea cadrului la distanța L; h - mărimea fotogramei; f - distanța focală; x şi x' - distanțele extrafocale măsurate de la planul focal obiect până la obiect şi respectiv de la planul focal imagine până la imagine; p - distanța de la obiectiv la obiect; p' - distanța de la obiectiv la imagine şi L - distanța dintre imagine şi obiect.

PRACTIC: Pentru măsurarea tuturor distanțelor se foloseşte o referință unică. Aceasta este planul pe care se proiectează imaginea în orice aparat de luat vederi, fie el peliculă sau ținta camerei video. Prin urmare, scala distanțelor de punere la punct a clarității, marcată pe montura oricărui obiectiv, are ca referință planul materialului fotosensibil, care la aparatele de filmat profesionale este marcat pe carcasă - de arătat semnul Φ de pe carcase.

Calculele de încadratură trebuie să fie cât mai simple şi se pot face cu o eroare de 5%, practic acceptabilă, care corespunde condițiilor obişnuite de filmare de la distanțe L>40f.

$$m=H/h=Y/y'=L/f \quad (3.2)$$

Se observă că între mărimile ce definesc încadratura sunt relații direct şi invers proporționale.

Pe baza expresiei (3.2) se pot calcula:

-încadratura pe care o asigură un anumit obiectiv de la diferite distanțe:

H=hLvar / f const;

-încadratura pe care o asigură diferite obiective de la o anumită distanță:

H=hLconst / fvar;

-distanțele necesare unei încadraturi constante folosind diferite obiective:

L=Hfvar / h;

-distanța focală necesară pentru o anumită încadratură de la diferite distanțe:

f = hLvar / Hconst.

Prin urmare, încadratura dorită se poate obține în două moduri: schimbând distanța până la subiect folosind aceiaşi distanță focală, sau din acelaşi punct de stație folosind obiective cu distanțe focale diferite (fig.8.2). Alegerea unui mod de lucru este dictat de necesitatea redării unei anumite perspective care să rezolve redarea spațialității în conformitate cu intenția realizatorului emisiunii TV. Punerea la punct a clarității se face pe subiectul principal, cu diafragma complet deschisă, caz în care elementele mai apropiate şi cele mai depărtate trec treptat în neclaritate (v. profunzimea câmpului de claritate).

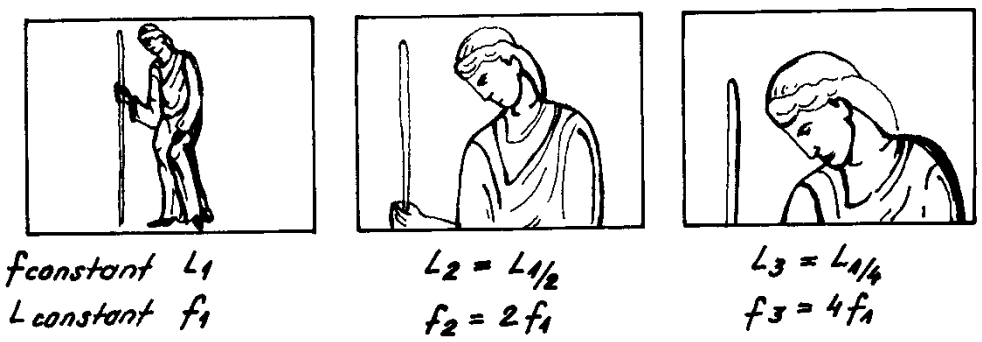


Fig. 8.2 Două modalități de modificare a încadraturii

9. Filtre de cameră

Se fabrică în prezent o gamă extrem de largă, de sute de filtre penturu ilumniare tehnologică, unele pentru folosit pe obiective altele pentru pus pe proiectoare sau pe geamuri. Alegerea lor depinde de scopul dorit. O parte dintre filtre sunt fabricate din plastic subțire pe care se depun coloranți, altele sunt depuse în vid pe lame cu fețe plan-paralele (filtre dicroice). Filtrele dicroice nu se alterează la căldură, dar sunt mult mai scumpe decât gelurile (de la galatină). Unele filtre sunt folosite pentru schimbarea culorii luminii în limite largi, de la culori saturate, pînă la nuanțe care abia se observă. Altele au scopuri tehnice mai precise, cum ar fi filtrele corectoare de culoqare, filtre de compensare, filtre de ultraviloete şi de polarizare.

Există mai multe categorii de filtre, cum ar fi filtre neutre, filtre de conversie, filtre de corecție, filtre pentru raze ultraviolete, filtre de poalarizare, filtre pentru efecte speciale.

PRACTIC se prezintă cursanților diferite tipuri de filtre, arătându-se efectele lor asupra imaginilor filmate.

Multe camere video au una sau două roți cu filtre încorporate în spatele obiectivului. Una este de obicei echipată cu filtre neutre cu densități 0,3; 0,6; 0,9. Cealaltă are filtre de conversie. Se demonstrează şi se explică aspecte legate de folosirea lor.

LUCRAREA PRACTICĂ NR. 34

LP-34. Redarea perspectivei si profunzimea campului de claritate in imaginea TV

1.Tema lucrării

Tema lucrării de față este cunoaşterea fenomenelor care stau la baza formării şi redării perspectivei imaginii optice filmate prin obiective de luat vederi, a problemelor legate de profunzimea câmpului de claritate şi folosirea lor de către cameraman pentru a contribui la realizarea concepției regizorale a emisiunii de filmat. În plus sunt trecute în revistă aspecte care au determinat divizarea scalelor de diafragme precum şi comentarii legate de deformarea geometrică a imaginilor filmate cu obiective grandangulare.

NOTĂ: lucrarea practică are în conținut scheme după care studenții pot realizeza propriile imagini filmate sub îndrumarea profesorului pentru a experimenta cunoştințele teoretice trecute în revistă.

2.Obiectivele lucrării

Lucrarea practică privind obiectivele de luat vederi are următoarele scopuri:

-prezentarea sumară a formării perspectivei la înregistrarea şi vizualizarea imaginilor 2D în mişcare (aspecte valabile atât pentru cinematografie cât şi pentru televiziune)

-divizarea scalelor de diafragme

-formarea câmpului de profunzime în imaginile captate prin obiective de luat vederi

-însuşirea practică a folosirii efectelor optice legate de perspectivă şi de profunzimea câmpului de claritate

- studiul deformărilor geometrice în imaginile filmate cu obiective grandangulare şi superangulare.

3. Locații necesare

Pentru realizarea lucrării practice sunt necesare următoarele locații:

-platou de televiziune cel puțin de dimensiuni medii sau un spațiu ne-dedicat de min 100m^2 , optim 300m^2 cu rețea de alimentare cu puterea minimă de 5KW, optim 10KW, în care să se poată face întuneric

-laborator de control cu echipamente specializate pentru controlul obiectivelor dee luat vederi

- o locație în exterior, cu spații largi, la alegerea profesorului coordonator.

4. Echipamente utilizate

A. Banc optic

B. Echipamente pentru captarea imaginilor video:

-cameră video profesională pentru televiziune

-trepied şi cap hidro pentru cameră

-alimentator de le rețea şi/sau acumulatoare încărcate

-monitor video de cel puțin 14 inci, recomandabil cât mai mare, cu definiție foarte bună, preferabil HD, sau televizor cu intrări potrivite, cât mai mare

-obiectiv transfocator cu accesorii

-obiective cu diferite distanțe focale fixe, cu monturi sau adaptoare pentru camera video.

-aparate de iluminat de diferite tipuri, cu puterea totală minimă de circa 5KW, optim 10KW (Fresnel, Dedolight, Kinoflo, open-face)

-accesorii: parasolar, lentile adiționale, servozoom, capace, suporturi suplimentare dacă obiectivele au nevoie pentru fixare pe cameră

B. Echipamente specifice de laborator, pentru control optic:

-miră de profunzime compusă din mire radiale Foucault

-aparat de proiecție pentru mire de control

-miră de rezoluție pentru proiectorul de control

-ecran de proiecție

NOTĂ : Echipamentele pentru controlul tehnic al obiectivelor trebuie să se afle într-o cameră în care să se poată face întuneric.

5. Distanța focală şi perspectiva liniară

În conformitate cu legile opticii geometrice, mărimea imaginii obiectelor cât şi unghiurile sub care sunt văzute, se micşorează pe măsura depărtării față de observator (fig.5.1). Proiectate pe un ecran, imaginile a căror mărime scade cu distanța, formează o figură geometrică în perspectivă, la privirea căreia apare senzația de spațialitate (fig.5.2). Imaginile în perspectivă se obțin prin unirea punctelor în care razele proiective intersectează planul proiecției (fig. 5.3), care poate fi situat în orice loc între obiect şi centrul proiecției, sau posterior acestui centru (punctul O din figură).

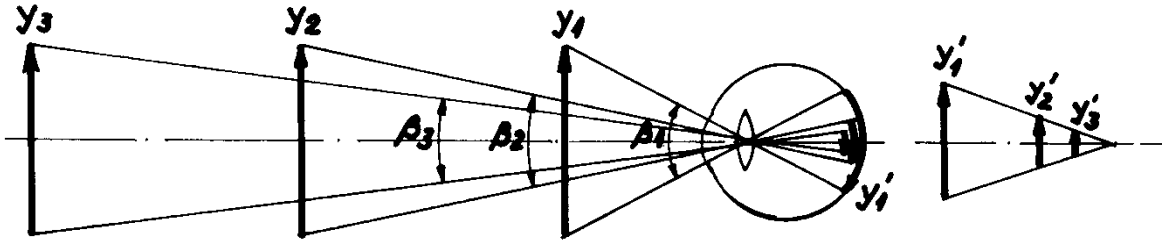


Fig.5.1 Unghiuri de cuprindere a unor obiecte egale, văzute de la diferite distanțe, proiectate pe retina ochiului sau pe planul fotosensibil din aparate de luat vederi

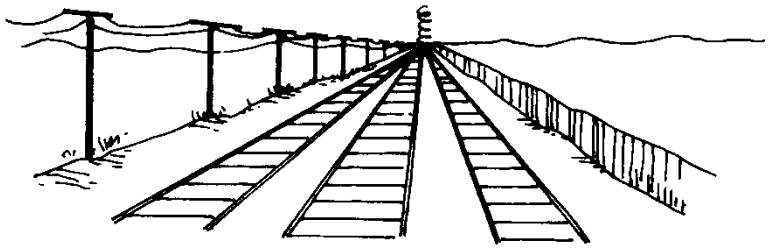


Fig. 4.2 Imagine în perspectivă. În realitate stâlpii de telegraf au aceeaşi înălțime

Din figură se observă că prin schimbarea poziției planului proiecției imaginea nu se modifică structural, ci numai ca mărime, deoarece în orice plan A, B, B', A', aceasta este desenată de aceleaşi raze proiective.

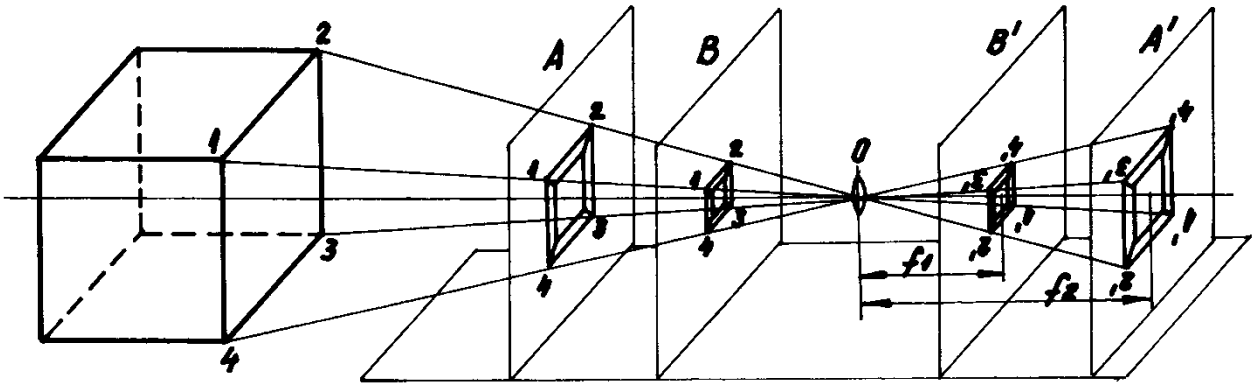


Fig. 5.3. Formarea perspectivei în diferite plane de proiecție: A, B, A', B'

Se mai observă că în planele posterioare centrului proiecției imaginile se inversează sus-jos şi stânga-dreapta.

Datorită variației mărimii imaginilor cu distanța liniile paralele ale obiectelor devin convergente în imagine, intersectându-se în puncte de fugă aflate pe linia orizontului, situată la înălțimea observatorului. În funcție de alcătuirea spațiului obiect pot să apară imagini în perspectivă cu unul, două sau mai multe puncte de fugă (fig. 5.4), poziția cărora depinde de alegerea punctului de stație şi de unghiul pe care îl formează liniile paralele ale subiectului cu axa optică a obiectivului.

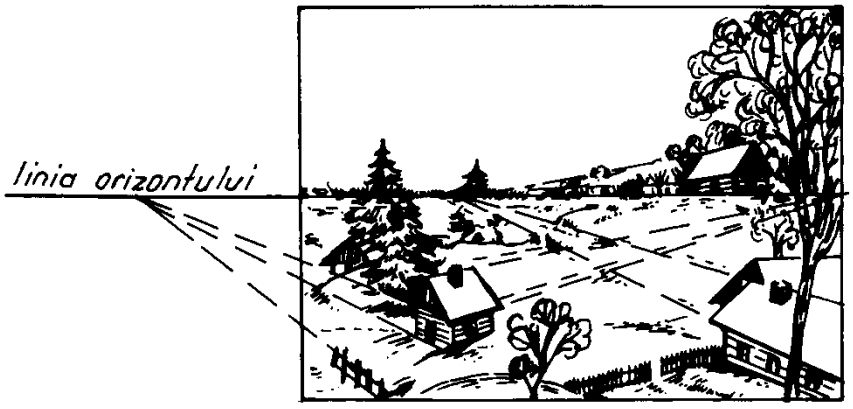


Fig. 5.4 Imagine în perspectivă cu mai multe puncte de fugă.

Linia orizontului împarte spațiul obiect în două. Astfel, obiectele sau părți ale acestora situate sub linie sunt văzute de sus iar cele de deasupra sunt văzute de jos.

5.1 Perspectiva imaginii obiectelor de referință

Pentru obiecte de referință identice ca mărime dispuse în profunzime, perspectiva poate fi evaluată după un factor egal cu raportul dintre mărimea imaginii obiectului din planul cel mai apropiat, y'_1, şi a imaginii obiectului din planul cel mai depărtat y'_2 (fig.5.5). Cum mărimea imaginilor este invers proporțională cu distanțele corespunzătoare de la obiectiv la obiectele considerate, factorul de perspectivă este:

$$K=y1'/y2'=(yf/L1)/(yf/L2)=L2/L1=m2/m1 \quad (5.1)$$

De aici şi din fig. 5.5 rezultă că perspectiva obiectelor din cadru este dependentă numai de poziția punctului de stație ce determină raportul distanțelor L_2/L_1.

Filmând cu un obiectiv grandangular dintr-un punct de stație apropiat (fig.5.5,a), imaginea are o perspectivă accentuată care dă senzația ca şi cum cele două personaje ar fi mult mai depărtate între ele decât în realitate.

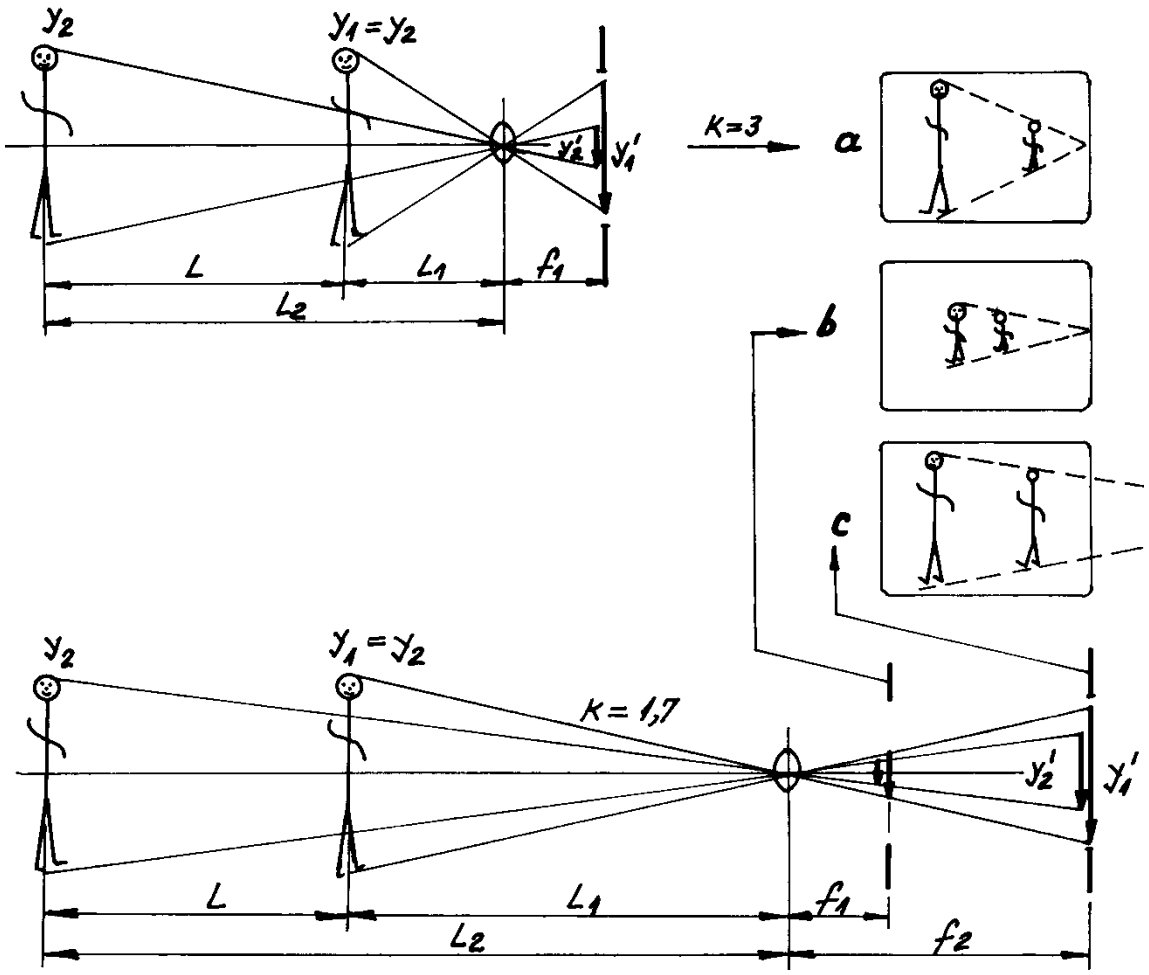


Fig.5.5. Perspectiva şi încadratura a două personaje în funcție de poziția punctului de stație şi de distanța focală a obiectivului; a -punct de stație apropiat, obiectiv grandangular; b -punct de stație mai depărtat, obiectiv grandangular; c -punct de stație mai depărtat, obiectiv normal

Pe măsura depărtării punctului de stație (fig.5.5,b) are loc aplatizarea perspectivei şi senzația apropierii dintre personaje. La puncte de stație depărtate, corespunzătoare teleobiectivelor, perspectiva se aplatizează atât de mult încât cele două personaje şi alte obiecte dispuse în profunzime par a se afla în acelaşi plan.

Perspectiva care redă senzația unei spațialități apropiate de cea reală corespunde folosirii unui obiectiv normal.

Din acelaşi punct de stație distanța focală nu influențează perspectiva obiectelor de referință (fig.5.5, b şi c). Se modifică numai mărimea acestor imagini şi încadratura lor, fără a se schimba raportul dintre ele.

Exprimând distanțele dintre cele două personaje în funcție de coeficienții de micşorare m_1 şi m_2 se poate calcula distanța focală şi poziția aparatului de filmat care să asigure o anumită perspectivă exprimabilă matematic prin factorul K (v. ghidul tehnic pentru detalii).

În cazul obiectelor cu forme geometrice precise perspectiva se modifică atât în funcție de distanța şi înălțimea punctului de stație, cât şi de orientarea lor față de axa optică a obiectivului (fig. 5.6).

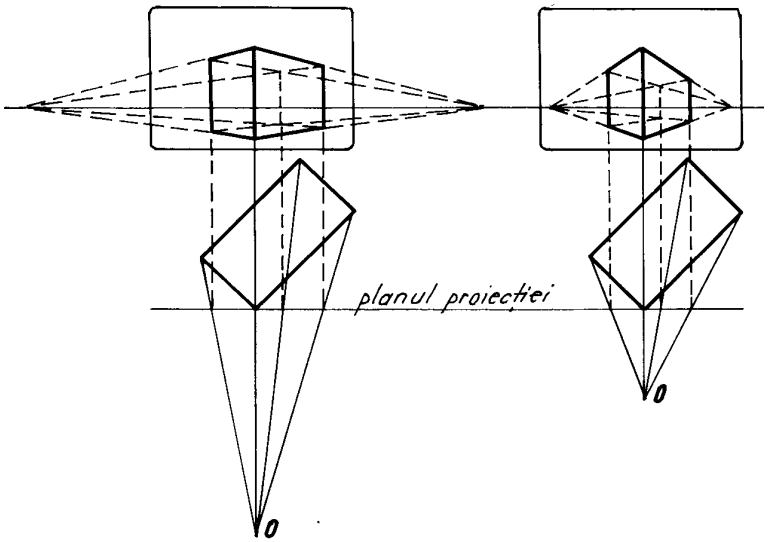
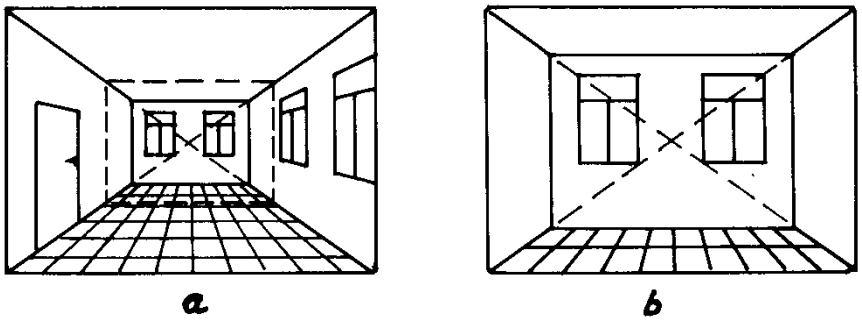


Fig. 4.6. Perspectiva unui corp prismatic văzut din puncte de stație diferite.

PRACTIC: se filmează cu camera video echipată cu transfocator şi monitor două personaje alese dintre cursanți, de înălțimi cât mai apropiate. Se filmează mai multe cadre de la diferite distanțe, cu fistanțe focale alese prin calcul astfel încât să se parcurgă situațiile din fig.5.5.

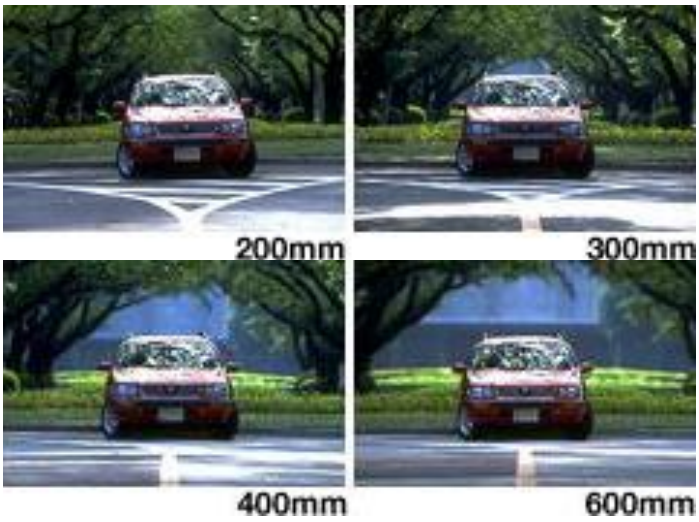
4.2 Perspectiva generală a cadrului

Perspectiva generală a cadrului este determinată de unghiul de cuprindere al obiectivului. Prin urmare ea depinde de distanța focală. Distanțele focale scurte accentuează perspectiva iar cele lungi o aplatizează(fig.5.7,a).









c



f = 35mm



f = 200mm

d

Fig. 5.7. Perspectiva generală a cadrului din acelaşi punct de stație:

a -cu obiectiv grandangular; b -cu obiectiv de distanță focală lungă

c,d - perspectiva din puncte de statie diferite. Fotografii cu obiective Nikkor.

Folosind obiective cu distanțe focale mai lungi, din acelaşi punct de stație, se produc simultan trei transformări:

-se micşorează unghiul de cuprindere

-creşte mărimea absolută a imaginilor şi

-se restrânge încadratura (fig.5.7,b).

Din cele prezentate rezultă că ***modificarea continuă a încadraturii în cazul folosirii unui transfocator dintr-un punct de staţie fix, crează senzaţia ca şi cum obiecte sau personaje nemişcate se apropie sau se depărtează de spectator***. Deşi este nenatural, acest efect se constituie într-un *important mijloc de exprimare artistică*.

Un caz special îl constituie modificarea perspectivei unor spaţii adânci folosind obiective cu distanţe focale diferite, de la distanţe diferite, păstrând constantă încadratura subiectului din prim plan. Compensarea distanţei de la cameră la primul plan cu distanţa focală a obiectivului determină o modificare a perspectivei, din care rezultă percepţia de spaţialitate diferită a aceluiaşi spaţiu obiect. Relaţiile de poziţie dintre personaje şi decor se schimbă de asemenea (fig.5.8).

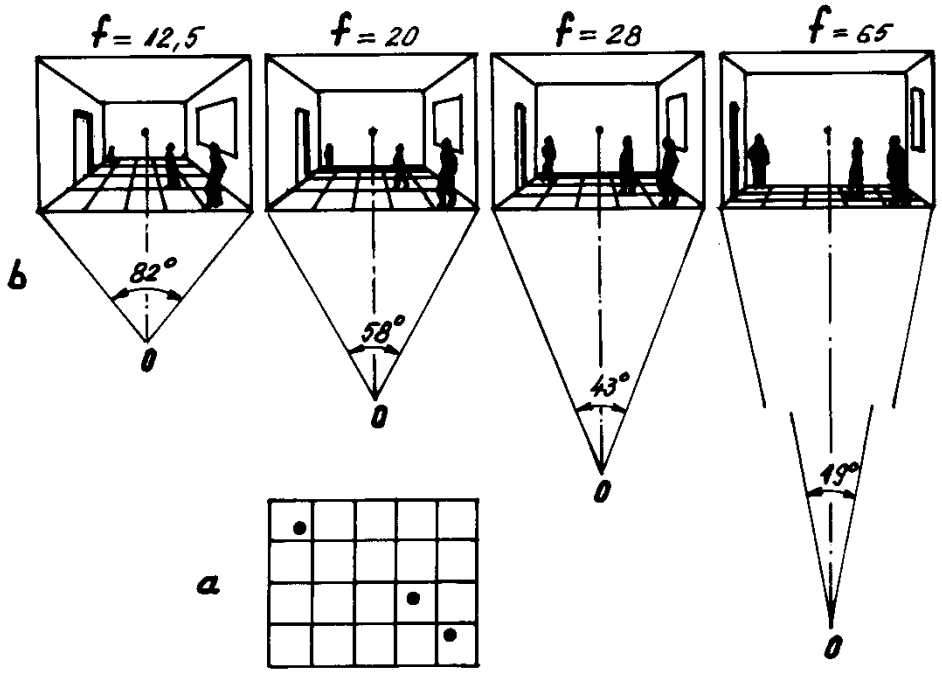


Fig.4.8. Variaţia perspectivei la filmarea cu diferite distanţe focale păstrând constantă încadratura primului plan (efect de trans-trav);

a -vedere în plan a unei încăperi cu trei personaje; b -variaţia perspective.

În primul caz cele trei personaje din încăpere par a se găsi la distanțe mari între ele în profunzime, iar în ultimul caz aceleaşi personaje par a se afla aproape în acelaşi plan.

O perspectivă naturală, cu care ochiul este obişnuit, corespunde folosirii obiectivelor normale cu unghiul de cuprindere aproximativ egal cu unghiul optim perspectiv al ochiului, de aproape 40° în plan orizontal.

PRACTIC: se filmează efectiv scene cu decoruri şi personaje poziționate conform celor desenate în fig. 5.7 şi 5.8. Atenție: o schemă de iluminare potrivită poate accentua efectele. De studiat diferite variante de amplasare a personajelor şi distanțe focale.

5.3 Perspectiva cinetică

Specifică exclusiv imaginii în mişcare este perspectiva cinetică, o perspectivă în continuă transformare ce se datorează:

-fie mişcării obiectelor sau a personajelor în profunzimea spațiului (a)

-fie deplasării aparatului de filmat printr-o mişcare de travelling pe direcția axei optice a obiectivului (b)

- transfocării (c)

-oricăror combinații dintre mişcările posibile:

-obiect cu travelling (d)

-travelling cu transfocare (e)

-obiect cu transfocare (f)

-obiect cu travelling şi transfocare (g).

Se analizează în continuare cazurile prezentate mai sus.

a) Viteza unui mobil se defineşte prin spațiul parcurs în unitatea de timp. În imaginea de film distanța parcursă de subiect se percepe în funcție de perspectiva cadrului. *Viteza aparentă* a mobilului, percepută la vizualizare, este determinată de *viteza de variație a_mărimii imaginii* în limita distanței parcurse. Prin urmare, distanțele *L2* şi *L1* (fig.5.5) trebuie

exprimate în funcție de coeficienții de micşorare m_2 şi m_1, astfel încât viteza aparentă devine:

$$Va=f(m2-m1)/t \tag{5.2}$$

unde diferența dintre coeficienții de micşorare m_2 - m_1 exprimă numărul de distanțe focale N_f ce se cuprind în distanța parcursă de către imaginea subiectului în cadru.

Prin urmare, viteza aparentă a unui mobil poate fi evaluată după numărul de distanțe focale parcurse în unitatea de timp:

$$V_a=N_f/t \quad [Distanțe\ focale\ parcurse/secundă] \tag{5.3}$$

Dacă traiectoria obiectului este oblică față de axa optică a obiectivului (fig.5.9), distanța L parcursă în timpul considerat trebuie descompusă într-o componentă $L = L_\alpha \cos\alpha$ orientată de-a lungul axei optice, care determină variația mărimii imaginii, şi o componentă perpendiculară $L_\perp$ care nu influențează acest parametru.

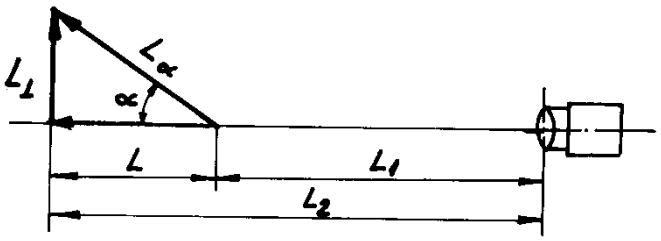


Fig.4.9. Determinarea componentei longitudinale a unui drum parcurs oblic.

Prin urmare, în cazul traiectoriei oblice viteza aparentă este:

$$V_a=(N_f \cos\alpha)/t \quad [distanțe\ focale\ parcurse\ /\ secundă] \tag{5.4}$$

unde α este unghiul dintre traiectoria obiectului filmat şi axa optică a obiectivului.

Rezultă că la vizualizarea imaginii se va percepe o viteză aparentă diferită de cea reală, percepută cu ochiul liber în timpul filmării, fenomenul datorându-se faptului că lungimi subiective diferite, în funcție

de distanțele focale ale obiectivelor folosite, sunt parcurse în acelaşi timp. De exemplu, în condițiile aceleiaşi încadraturi a planului apropiat perspectiva statică dată de un obiectiv f = 25 mm produce o extensie în profunzime de circa patru ori mai mare decât cea corespunzătoare unui obiectiv f = 100 mm (fig. 5.10).

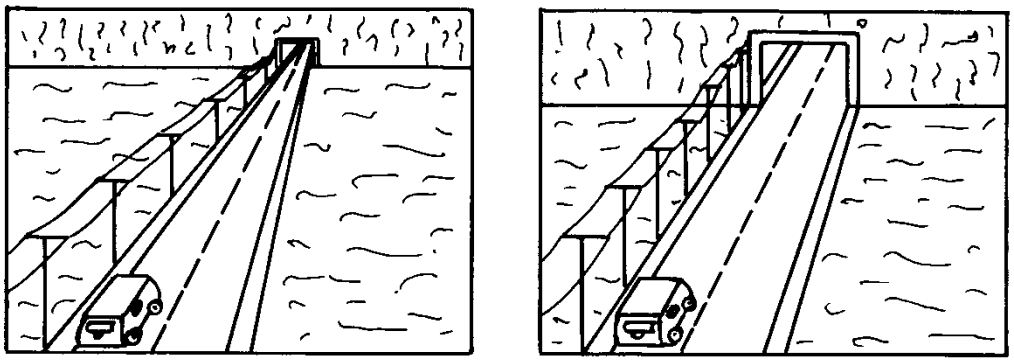


Fig.5.10. Perspectiva cadrului şi perspectiva cinetică în funcție de distanța focală:

a -pentru un obiectiv grandangular; b -pentru un obiectiv cu distanță focală lungă.

Parcurgând cele două spații în acelaşi timp, rezultă că viteza aparentă a unui mobil filmat cu obiectivul f = 25 mm va fi de patru ori mai mare decât în cazul obiectivului de 100 mm. Pe de altă parte, în acelaşi interval de timp imaginea obținută cu obiectivul f = 25mm creşte de patru ori mai repede decât cea corespunzătoare obiectivului f = 100 mm.

Prin urmare, prin alegerea distanței focale şi a punctului de stație în conformitate cu expresia (5.3) se poate realiza un anumit dinamism în cadru, fără modficarea acțiunii personajelor sau a elementelor de decor (fig. 5.11). Astfel, un personaj care se apropie de aparat într-o cadență normală pare a se apropia foarte repede dacă este filmat de aproape cu un obiectiv superangular, sau că "*bate pasul pe loc*" dacă este filmat de departe cu un teleobiectiv.

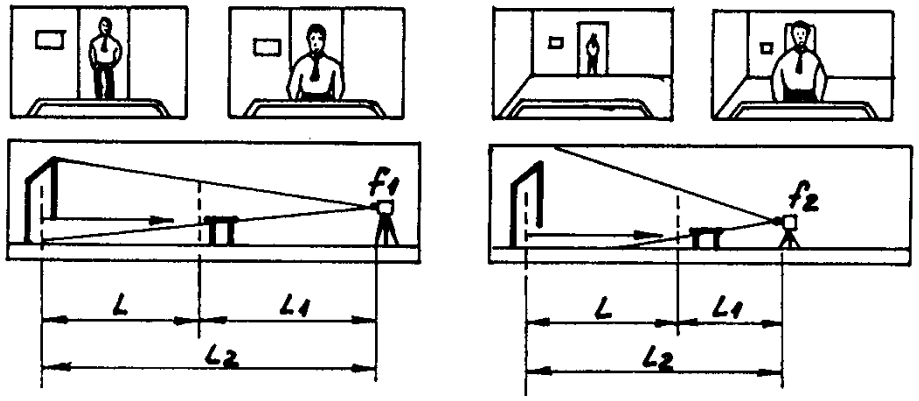


Fig. 5.11. Alegerea distanței focale şi a punctului de stație în funcție de cerințele perspectivei cinetice

PRACTIC se va filma un automobil care se deplasează pe stradă cu viteză aproximativ constantă, variind în mod constant distanța focală între valorile extreme permise de transfocator. Se filmează mai multe secvențe cu timpul de trecere între f_{min} şi f_{max} de 3, 5, 8, 10, 15, 20s pentru a se obseva efectul, la vizualizare standard. Deplasarea subiectului va fi în lungul axei optice apoi perpendicular pe axa optică. Observați şi comentați rezultatul.

b) În cazul unei mişcări de travelling de-a lungul axei optice a obiectivului variația mărimii imaginii obiectelor dispuse în profunzimea spațiului, şi respectiv a încadraturii acestora, este diferită (fig.5.5, a şi b), ceea ce crează o perspectivă cinetică ce dă senzația deplasării observatorului în spațiu cu o viteză aparentă evaluată după expresia (5.4). Şi în acest caz viteza aparentă este mare la folosirea obiectivelor grandangulare şi scade cu creşterea distanței focale la filmarea cu teleobiective.

c) La o transfocare față de elemente fixe din spațiu viteza aparentă de apropiere sau de depărtare a acestora față de observator (fig.5.5,b şi c şi fig.5.7) poate fi evaluată tot prin numărul de distanțe focale ce se schimbă în unitatea de timp.

d) Dacă un mobil şi aparatul de filmat cu un obiectiv cu distanță focală fixă, se deplasează în acelaşi timp, fie că se apropie unul de altul, fie că se depărtează, perspectiva cinetică se amplifică, viteza aparentă fiind egală cu suma vitezelor aparente ale celor două componente. Dacă mobilul este urmărit cu aparatul de filmat în mişcare, păstrându-l în

aceeaşi încadratură, apare senzația naturală de urmărire cu viteza aparentă corespunzătoare vitezei mobilului, din cauza aspectului decorului.

e) Îmbinarea creatoare a mişcărilor de travelling şi de transfocare, oferă posibilități deosebite de variație a perspectivei cinetice. Acționarea concomitentă şi în acelaşi sens, de apropiere sau de depărtare față de subiect prin mişcare de travelling şi de transfocare determină intensificarea mişcării aparente, aceasta fiind dată, şi în acest caz, de suma vitezelor aparente ale celor două componente ale mişcării.

Acționarea în sensuri contrarii a mişcărilor de travelling şi de transfocare (fig.5.12) cu menținerea constată a încadraturii unui anumit subiect, de obicei a celui din primul plan, determină anularea celor două mişcări, având ca rezultat o perspectivă variabilă ce dă senzația unui spațiu elastic în adâncime (v.fig. 5.8). Astfel, compensarea încadraturii la retragerea aparatului de filmat cu o creştere corespunzătoare a distanței focale determină aplatizarea perspectivei şi apariția senzației ca şi cum personaje şi obiecte nemişcate se apropie de subiectul principal cu încadratura constantă, iar la apropierea aparatului şi compensarea prin micşorarea distanței focale perspectiva se amplifică, spațiul se extinde iar elementele sale componente par a se distanța între ele. Un asemenea procedeu de filmare a fost numit **"*trans-trav*"**, [*].

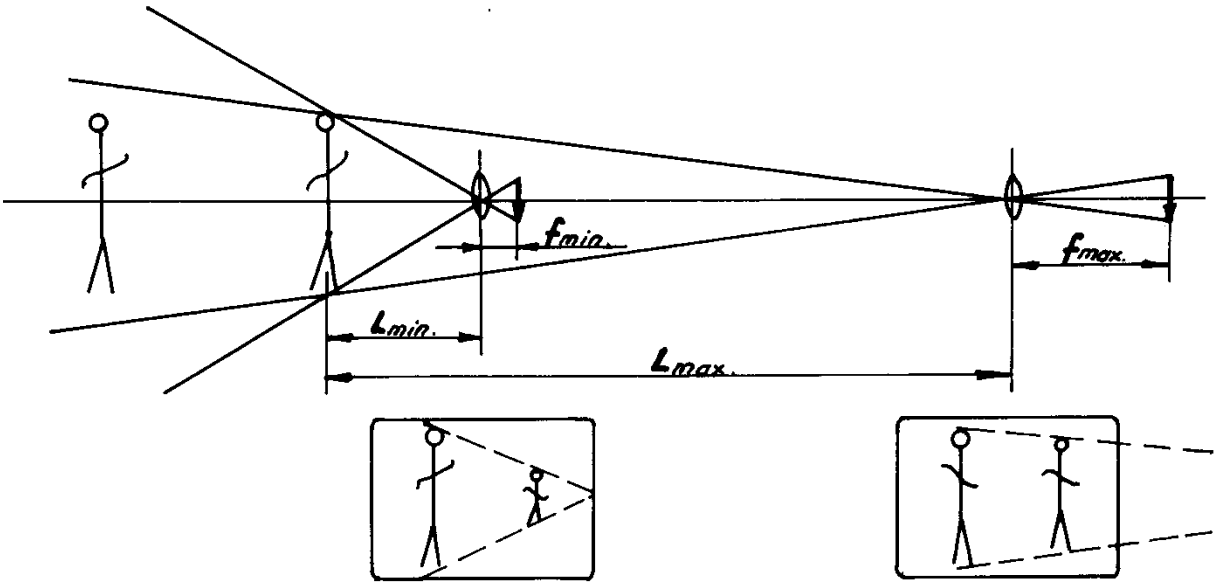


Fig.5.12. Schema obținerii unui efect de trans-trav.

O corelare riguroasă a celor două mişcări presupune, în acest caz, folosirea unui dispozitiv care să asigure comanda automată a punerii la punct şi a transfocării, în funcție de deplasarea căruciorului de travelling, sau în funcție de deplasarea subiectului menținut într-o încadratură constantă dintr-un punct de stație fix [*]. Brevetat în anul 1965 de Segiu Huzum şi Toma Rădulet pentru a fi folosit pentru prima dată în filmul românesc „Duminică la ora 6", dispozitivul a fost construit inițial pentru un transfocator Angenieux 25-250, f 2,8 montat pe un aparat de filmat Arri 2C. Ulterior a fost adaptat pentru diverse aparate de filmat şi camere video ale unor studiouri din Franța şi Germania. Astăzi procedeul se poate folosi relativ uşor acolo unde dramaturgia filmelor şi / sau emisiunilor o cere.

PRACTIC: prezentarea dispozitivului trans-trav original. Participanții la curs vor privi prin vizorul aparatului de filmat variația perspectivei decorului, cu un personaj în prim-plan când aparatul se deplasează, dispozitivul menținând încadratura constantă a personajului.

Este posibilă şi prezentarea dispozitivului urmată de proiecția video a unor secvențe din filme în care s-a folosit efectul.

f) Asocierea mişcării obiectului cu o mişcare de transfocare dintr-un punct de stație fix determină alte aspecte ale perspectivei cinetice. De exemplu, apropierea subiectului de aparat, combinată cu apropierea acestuia prin transfocare, implică accelerarea mişcării într-un spațiu cu o perspectivă ce se aplatizează treptat, iar depărtarea subiectului, stimulată prin transfocare, accelerează mişcarea într-un spațiu a cărui perspectivă se amplifică.

Devine interesant cazul mişcărilor de sens contrar ale subiectului şi transfocării dintr-un punct de stație fix, în care menținerea într-o încadratură constantă a unui personaj în mers prin transfocare face ca mişcarea acestuia să se anuleze, dând senzația că el păşeşte pe loc într-un spațiu care se extinde sau se contractă, şi în care se pare că pământul i se mişcă sub picioare. Este evident că şi acest efect presupune folosirea dispozitivului pentru corelarea automată a celor două mişcări, acționat dintr-un punct de stație fix.

g) Corelarea simultană a tuturor elementelor de mişcare: obiect, travelling şi transfocare, oferă posibilități nelimitate de variație a perspectivei cinetice.

5.4 Restituirea senzației de spațialitate în imaginile filmate

Percepția spațialității la vizualizarea imaginilor în perspectivă este de natură psihologică şi se bazează pe vederea intelingentă a omului. Analizând subconştient variația mărimii relative a imaginii obiectelor, în sine cunoscute, şi convergența liniilor de fugă, sistemul vizual uman reproduce senzația de spațialitate.

Practic este important să se ştie în ce măsură la vizualizare se restituie sau nu perspectiva naturală pe care realizatorul a văzut-o în realitate din punctul de stație al aparatului de luat vederi. Pentru a se percepe perspectiva naturală, este necesar ca observatorul să vadă imaginile proiectate pe ecran sub aceleaşi unghiuri sub care obiectele au fost văzute în natură din punctul de stație ales (fig.5.13.a). Această condiție se satisface numai dacă imaginea se priveşte de la o ***distanță optimă***

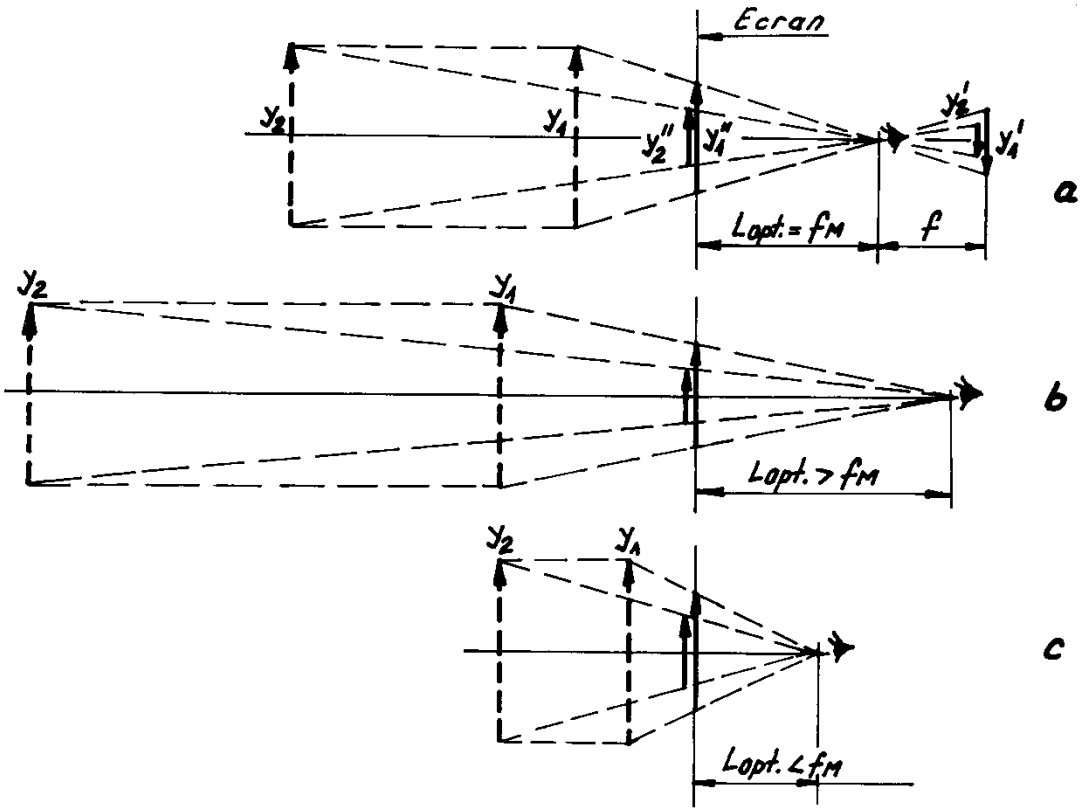


Fig.4.13. Restituirea perspectivei:

a -naturală; b -accentuată; c -aplatizată.

y_1 şi y_2 - obiecte şi imagini restituite;

y'_1 şi y'_2 - imagini pe materialul fotosensibil;

y''_1 si y''_2 - imagini proiectate pe ecran.

egală cu produsul dintre distanța focală a obiectivului de luat vederi şi coeficientul de mărire a imaginii de pe materialul fotosensibil pe ecran:

$$L_{opt}=fM=fH/h \tag{5.9}$$

unde: H este înălțimea ecranului şi h înălțimea imaginii din cameră.

Distanța optimă de la spectator la ecran ar trebui să fie diferită în funcție de distanța focală a obiectivului cu care s-a filmat. Pentru proiecția pe un ecran lat de 6m:

f(mm)	9,8	25	35	50	75	100	500	1000
L_{opt}(m)	2,94	7,5	10,5	15	22,5	30	150	300

Prin urmare fiecare spectator percepe o perspectivă aparentă diferită, în funcție de distanța până la ecran.

Dacă imaginea este privită de la o distanță mai mare decât distanța optimă (fig.5.13.b), observatorul vede imaginile sub unghiuri mai mici decât cele sub care au fost văzute obiectele la filmare, condiție în care se percepe o perspectivă mai accentuată decât cea naturală, căreia îi corespunde, în mod subiectiv, senzația unor obiecte mai depărtate şi mai distanțate între ele decât în realitate.

Dacă distanța până la ecran este mai mică decât cea optimă (fig.5.13.c), ochiul percepe o perspectivă aplatizată, în care obiectele par mai apropiate de observator şi mai puțin distanțate între ele în raport cu situația reală.

Imaginile obținute cu obiective grandangulare ce produc o perspectivă accentuată nu pot fi privite practic decât de la distanțe mai mari decât distanța optimă, ceea ce amplifică suplimentar perspectiva. Aplatizarea perspectivei de către teleobiectiv este favorizată de vizualizarea acestor imagini de la distanțe mai mici decât cele optime.

Analizând cifrele prezentate în tabelul de mai sus se constată că imaginile realizate cu obiective normale şi cu teleobiective se apropie cel mai mult de codițiile optime de vizualizare, atât din punctul de vedere al perspectivei statice cât şi al perspectivei cinetice. De altfel se consideră că distanța optimă de vizionare a unui spectacol cinematografic este de circa 2,5 ori mai mare decât lățimea ecranului de format normal cu raportul laturilor de 1,37:1. Pentru exemplul de mai sus, $L_{opt.}$ = 2,5 x 6,3 m = 15,75 m. Considerând distanța optimă ca unitate, pentru spectatorii care văd imaginea de la o distanță minimă de 1,5 x lățimea ecranului, perspectiva, respectiv senzația de adâncime a spațiului şi viteza aparentă sunt diminuate de 1,7 ori, iar pentru cei care se găsesc la o distanță de 3,5 x lățimea ecranului, aceleaşi elemente se amplifică de 1,4 ori.

4.5 Deformări geometrice în imaginile filmate

Pe baza principiilor care stau la baza formării imaginilor (v. fig. 1.10 şi 5.5), rezultă că din acelaşi punct de stație perspectiva obținută cu un obiectiv în cameră este identică cu aceea pe care sistemul optic al ochiului o desenează pe retină. Cu toate acestea, în imaginile realizate de aproape cu obiective superangulare apar deformări ale desenului de perspectivă, care la vizualizare dau senzația unor obiecte deformate. Afirmația care se face uneori precum că obiectivul superangular ar deforma imaginea nu este adevărată deoarece orice obiectiv desenează perspectiva după aceleaşi legi. De fapt, perspectiva o deformează însuşi realizatorul imaginii prin alegerea unor puncte de stație neobişnuit de apropiate pentru ochi, folosind obiective superangulare.

În asemenea condiții apar disproporții importante între mărimea imaginii elementelor componente ale obiectului, în sensul că părțile mai apropiate sunt exagerat de mari în raport cu părțile mai depărtate (fig.5.14,b). Prin faptul că aceste imagini nu pot fi privite de la distanța optimă, în condiții obişnuite de privire disproporțiile menționate sunt uşor sesizate şi dau senzația deformării.

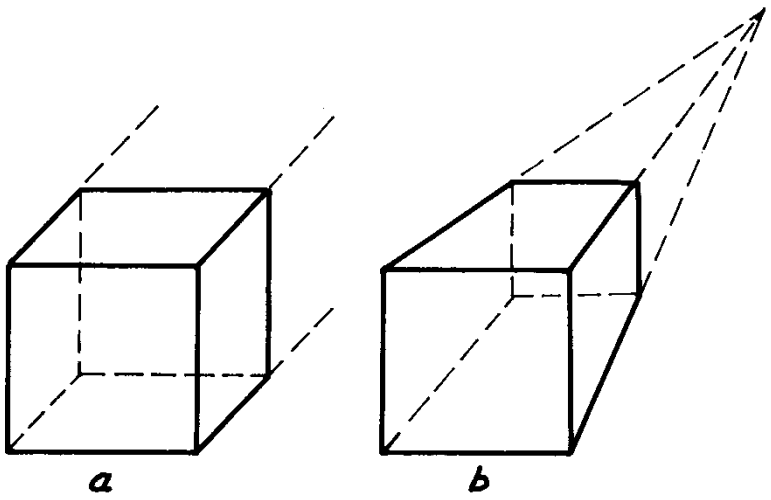


Fig.5.14. Un cub în perspectivă:

a -cilindrică; b -conică exagerată.

Pentru redarea corectă a obiectelor de volum, mai ales a celor cu forme geometrice precise, în imagine toate elementele acestora ar trebui să fie reduse la aceiaşi scară, deci cu acelaşi coeficient de micşorare. Teleobiectivele, cu cât au distanța focală mai lungă, cu atât produc imagni mai puțin deformate ale subiectelor cu volume mari în spațiu.

Pentru evitarea deformărilor geometrice, când acestea devin supărătoare, trebuie alese obiective cu distanță focală normală sau lungă, ce obligă la depărtarea punctului de stație pentru obținerea aceleiaşi încadraturi. Deformările obținute în mod deliberat, cu o anumită intenție artistică sunt acceptabile.

Exemple reprezentative:

În cazul figurii umane, la filmarea de aproape cu obiective grandangulare apar disproporții vizibile în redarea elementelor feței. Imaginea nasului este mărită în raport cu imaginea ochilor şi exagerat de mare în raport cu imaginea urechilor, ceea ce determină o alungire exagerată a feței în adâncime, uneori până la caricaturizare. Într-un racursi de jos, exagerat de mare este imaginea bărbiei. Dacă nu au o justificare dramaturgică asemenea deformări trebuie evitate, folosind la limită un obiectiv cu distanța focală normală. Se recomandă obiective cu distanțe focale normale sau lungi, care prin depărtarea aparatului de subiect minimizează deformările geometrice ale imaginii.

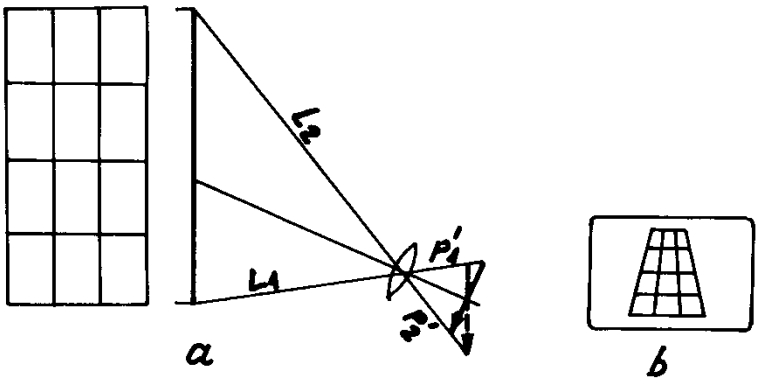
În cazul construcțiilor de arhitectură, dacă se filmează într-un racursi de jos o clădire înaltă înclinând axa aparatului pentru a o cuprinde în cadru, distanța de la obiectiv la latura superioară va fi considerabil mai mare decât distanța până la bază (fig.5.15.a).

Ca urmare a variației distanțelor de la obiectiv la diversele zone ale clădirii, deci a *variației raportului de micşorare*, imaginea laturii de sus va fi corespunzător mai mică decât a celei de jos. Fațada dreptunghiulară clădirii are prin obiectiv o imagine de formă trapezoidală. Privită în condiții obişnuite această imagine produce iluzia de răsturnare a construcției spre spate. Dacă ar fi posibil ca o asemenea imagine proiectată pe ecran să fie privită de la distanța optimă şi sub acelaşi unghi sub care a fost înclinată axa optică a obiectivului la filmare, deformarea trapezoidală nu ar fi nefirească, deoarece tensiunea de orientare a privirii în sus ar reconstitui condițiile vederii reale. Pentru evitarea unor asemenea deformări este necesar ca punctul de stație să fie depărtat şi ridicat față de sol, folosind totodată obiective cu distanțe focale mai lungi.

Corijarea deformărilor de racursi devine posibilă dacă planul materialului fotosensibil din aparatul de luat vederi este adus la paralelism cu planul fotografiat, conform liniei întrerupte din fig. 4.15.a, deoarece în asemenea condiții coeficientul de micşorare pentru toate zonele obiectului rămâne constant:

$$m=L_1/p_1=L_2/p_2=constant \tag{4.10}$$

În acest scop aparatele fotografice profesionale pentru formate mari sunt prevăzute cu cameră obscură deformabilă, respectiv cu posibilitatea înclinării şi a deplasării obiectivului față de planul materialului fotosensibil (v. fig.5.15,e)





c



d



e

Fig.4.15. Deformare de racursi:

a -principiul; b –imaginea; c, d-exemplu;

e- obiectiv pentru corecția deformării imaginii

e). Pentru corijarea perspectivei s-au construit şi pentru aparatele de filmat dispozitive ce permit obiectivului înclinarea şi deplasarea în plan vertical şi orizontal, cu un control riguros al poziționării paralele cu planul fotosensibil.

Datorită fenomenelor prezentate mai sus, ***imaginile cinematografice cu mişcări de panoramare pe verticală***, realizate cu obiective superangulare, crează senzația de răsturnare continuă a obiectelor înalte, clădiri, copaci etc, pe când la o panoramare pe orizontală senzația va fi de rotire a acestora față de observator, în sens invers celei de panoramare. *Cauzele acestor deformări constau tot în neconcordanța dintre condițiile privirii obiectelor în timpul filmării şi în timpul vizualizării.* Dacă la filmare observatorul panoramează împreună cu aparatul de filmat, schimbând continuu direcția de privire, la vizualizare acesta rămâne nemişcat, iar imaginea se deplasează față de el.

În imaginile obiectelor situate spre marginile cadrului filmat cu obiective superangulare de construcție normală apar deformări dimensionale caracerizate prin alungiri spre extremitățile câmpului imaginii, sesizabile mai ales dacă în cadru se găsesc mai multe corpuri de aceeaşi formă şi mărime care facilitează comparația: sfere, coloane verticale, etc, dispuse într-un plan perpendicular pe axa optică a obiectivului.

În planul proiecției K din fig.5.16.a, o sferă marginală cu diametrul d va prezenta o alungire până la diametrul aparent:

$$d_a = d / \cos\varepsilon \qquad (4.11)$$

unde:ε este coordonata unghiulară a sferei considerate şi $1/\cos\varepsilon$ - coeficientul de alungire. De exemplu, pentru unghiul $\varepsilon = 50^o$, diametrul aparent este de 1,5 ori mai mare decât diametrul real. Datorită egalității unghiurilor ε şi ε', în planul materialului fotosensibil K', se vor reproduce deformările din planul K, astfel că imaginea unor sfere, de exemplu, capătă forma unor elipse orientate cu axa mare radial.

În cazul obiectivelor superangulare de tip retrofocal (fig.5.16.b), alungirile sunt ameliorate deoarece unghiul ε' din splațiul imagine este considerabil mai mic decât ε din spațiul obiect. În schimb, la aceste obiective, scăderea valorii unghiului ε' conduce la o micşorare şi o deplasare spre centrul cadrului a imaginii obiectelor marginale. Acest fenomen determină curbarea liniilor drepte situate în afara zonei centrale a cadrului, rezultând o aşa zisă perspectivă sferică (fig.4.17.b).

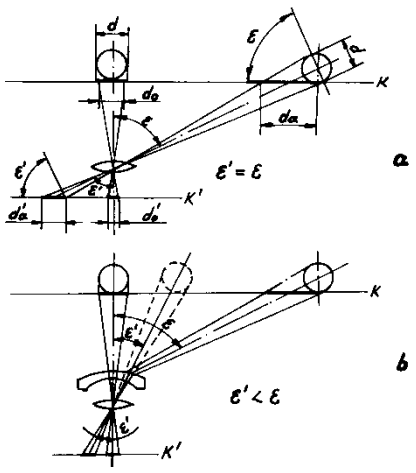
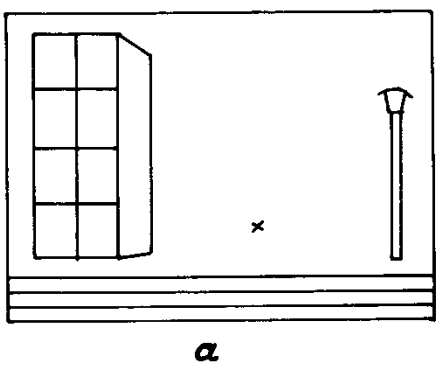
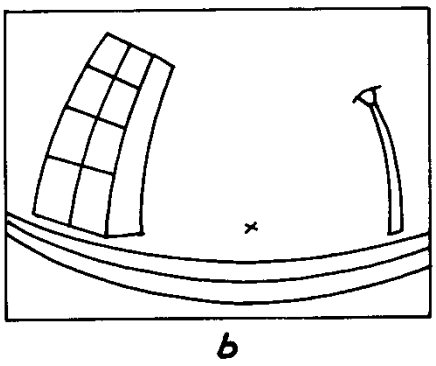


Fig.4.16. Deformări în imaginea corpurilor situate spre marginea cadrului:

a -pentru obiective superangulare de construcție normală;b -pentru obiective retrofocale







c



D

Fig.5.17 Imagini în perspectivă:

a -rectiliniară; b -sferică, obținută cu un obiectiv superangular retrofocal

c,d –fotografii cu obiective ochi de peşte, NIKKOR, cu unghiul de cuprindere de 180^o

6. Caracteristici fotometrice ale obiectivelor de luat vederi

Caracteristicile fotometrice ale obiectivelor definesc iluminarea imaginii optice formată pe planul fotosensibil, care acționând suficient timp produce o imagine latentă (sau semnale electrice în camerele video).

Iluminarea imaginii depinde de doi factori:

-caracteristica fotometrică a subiectului cuantificată prin luminanță şi

-caracteristica fotometrică a obiectivului exprimată prin luminozitatea sa şi controlată prin diafragmare.

6.1 Diafragme

Din fluxul luminos total emis dintr-un punct P din spațiul obiect (fig. 6.1) numai o mică parte străbate obiectivul determinând iluminarea imaginii, şi anume partea cuprinsă de deschiderea lui fizică.

La trecerea prin sisteme optice fasciculele de lumină sunt limitate de obstacole opace cu secțiunea controlată numite diafragme. Limitarea fasciculelor de lumină care trec prin obiectiv se numeşte diafragmare. Obiectivele de luat vederi sunt prevăzute cu câte o diafragmă cu deschidere variabilă de tip ,,iris", observabilă la orice obiectiv, care îndeplineşte trei funcțiuni:

-modulator de expunere cu care se modifică iluminarea imaginii

-permite modificarea profunzimii câmpului de claritate

-exercită o anumită influență asupra calității imaginii

Diafragma iris este dispusă de regulă în interiorul obiectivului *într-o zonă în care să nu influențeze mărimea câmpului imagine.*

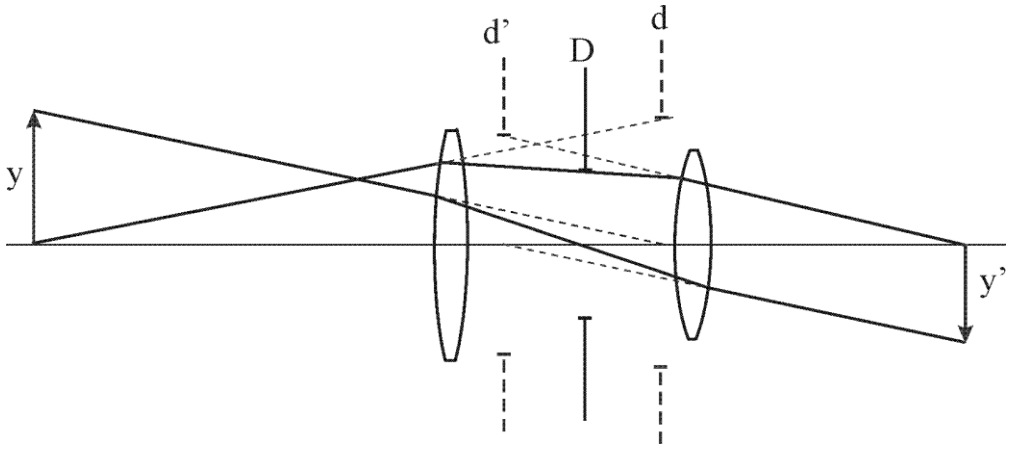


Fig.6.1 Diafragmarea într-un obiectiv.

6.2 Iluminarea imaginii unui element de suprafață situat pe axa optică

Se consideră obiectivul o lentilă simplă echivalentă (fig.6.2)

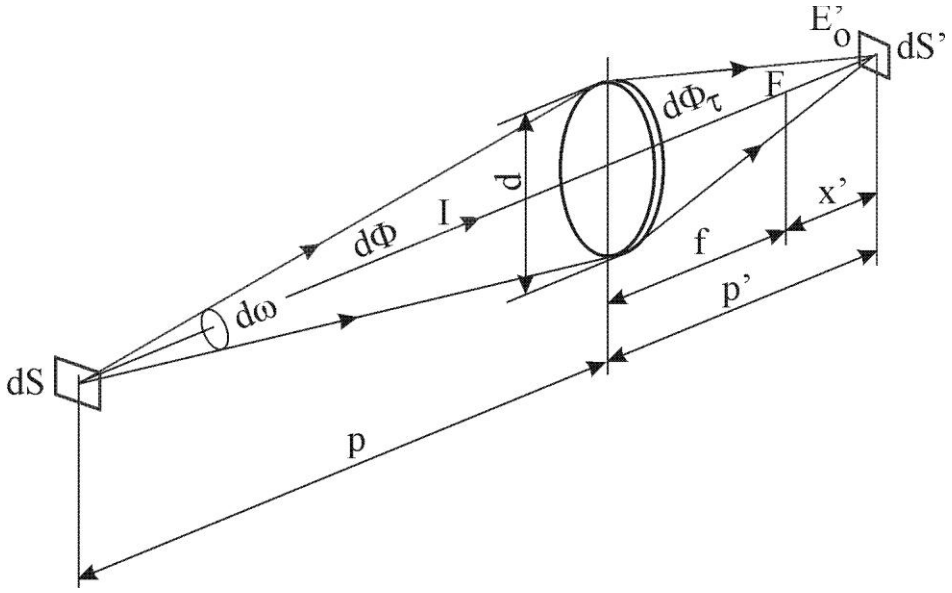


Fig.6.2. Determinarea iluminării imaginii pe axa optică a obiectivului.

Pe baza definiției mărimilor fotometrice şi a legilor opticii geometrice, neglijând mărimile care dau erori mici la filmările obişnuite, se obține expresia iluminării imaginii optice:

$$E' = \frac{\pi \cdot B}{4 \cdot N^2} = \frac{\pi \cdot \rho \cdot E}{\pi \cdot 4 \cdot N^2} = \frac{\rho \cdot E}{4 \cdot N^2} \tag{6.8}$$

care depinde de:

- luminanța obiectului, (respectiv de iluminarea, implicit reflectanța lui)

- indicele de diafragmă.

Raportul dintre distanța focală *f* şi diametrul pupilei de intrare *d* defineşte deschiderea realtivă sau indicele de diafragmă *N* care integrează cei doi parametri într-unul singur, în care se integrează şi coeficientul de transmisie al luminii prin oviectiv, τ. Obiectivele care prezintă acelaşi coeficient de transmisie şi aceeaşi deschidere relativă sunt identice dpdv fotometric indiferent de distanța lor focală deoarece:

$$\frac{d_1}{f_1} = \frac{d_2}{f_2} = \frac{d_3}{f_3} = \frac{1}{N} = const. \tag{6.4}$$

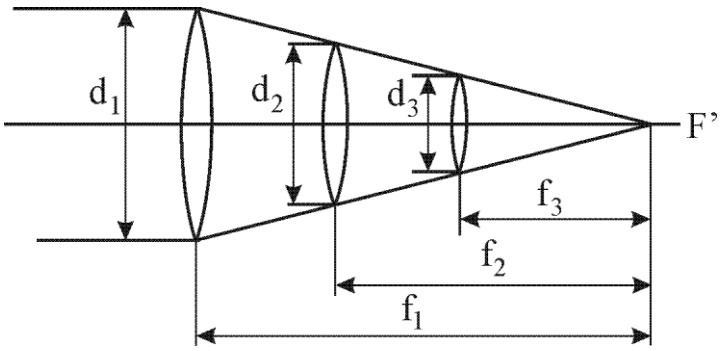


Fig.6.6. Echivalența fotometrică a obiectivelor cu aceeaşi deschidere relativă.

De exemplu, la diafragma *N*=2 un obiectiv cu distanța focală de 100mm are diametrul pupilei de dintrare $d = \frac{100}{2} = 50mm$, pe când unul de 25mm va avea diametrul de 12,5mm.

Deschiderea relativă maximă, la diafragma cea mai deschisă, este o caracteristică fundamentală a oricărui obiectiv de luat vederi. Aceasta defineşte luminozitatea, respectiv capacitatea de a produce imagini mai mult sau mai puțin luminoase în aceleaşi condiții de iluminare a subiectului. De aceea, împreună cu distanța focală, deschiderea relativă maximă este marcată pe montura oricărui obiectiv sub diverse forme, cum sunt de exemplu: 1:2 f = 50mm; 50mm 1:2; 50mm f/2 sau 2/50. În

acest ultim caz cifra 2 exprimă indicele deschiderii relative maxime şi 50-distanța focală.

Luminozitatea geometrică se defineşte ca pătratul deschiderii relative, fără să țină seama de transparență, respectiv:

$$\left(\frac{d}{f}\right)^2 = \frac{1}{N^2}$$

(6.5)

Luminozitatea fotometrică sau efectivă integrează transparența obiectivului şi este evaluată prin produsul dintre coeficientul de transmisie şi luminozitatea geometrică:

$$\tau = \left(\frac{d}{f}\right)^2 = \frac{\tau}{N^2}$$

(6.6)

Luminozitatea fotometrică este mai mică decât cea geometrică şi se evaluează după deschiderea relativă fotometrică.

6.3 Principiul divizării scalelor de diafragme

La divizarea scalelor de diafragme s-a ținut seama de legea lui Veber şi Fechner conform căreia stimulii care produc senzații liniare trebuie să aibă o variație logaritmică. Modulatoarele de expunere ce acționează atât prin diafragmare cât şi prin modificarea timpului de expunere, ca la aparatele fotografice de exemplu, sunt prevăzute cu scale de control divizate după aceleşi principiu: pentru fiecare treaptă de variație iluminarea imaginii se modifică de două ori (la fel şi timpul de expunere).

Rezultă că variația expunerii în trepte se produce după o funcție exponometrică de forma 2^K unde K este numărul treptelor de variație. Considerând trepte succesive, rezultă următoarele valori relative ale scalei expunerilor şi indicilor de diafragmă:

Trepte de	K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

variație												
Valori t_e şi N^2	2^K	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Valori $N = \sqrt{N^2}$	$\left(2^{\frac{1}{2}}\right)^K$	1	1,41	2	2,83	4	5,66	8	11,3	16	22,6	32

Aceleaşi valori ai indicilor de diafragmă se obțin şi dacă se consideră egal cu 2 raportul dintre iluminările pentru două gradații consecutive. Conform expresiei (6.8):

$\frac{E_1^2}{E_2^2} = \frac{\frac{\pi \cdot B}{4 \cdot N_1^2}}{\frac{\pi \cdot B}{4 \cdot N_2^2}} = \frac{N_2^2}{N_1^2} = 2$, de unde $N_2 = N_1 \cdot \sqrt{2}$, sau în cazul general:

$$N_{K+1} = 1.1414 \cdot N_K \tag{6.9}$$

Prin urmare, scala de bază a expunerilor reprezintă o progresie geometrică cu rația 2 pentru valori crescătoare, respectiv cu $\frac{1}{2}$ pentru valori descrescătoare, pe când valorile indicilor de diafragmă standard reprezintă o progresie geometrică crescătoare cu rația $\sqrt{2} = 2^{\frac{1}{2}} = 1{,}4141$, sau descrescătoare cu rația $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

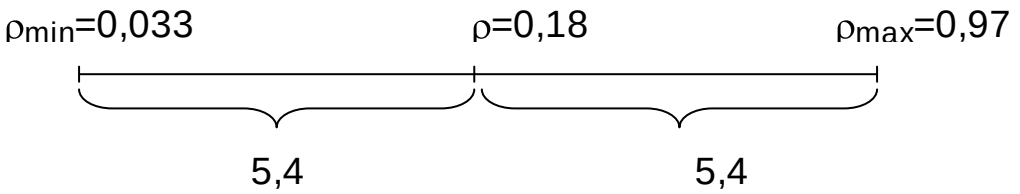
Formula generală a exponometriei ce se bazează pe măsurarea luminii incidente:

$$\frac{E \cdot t \cdot S}{N^2} = 250 \tag{6.11}$$

conține cei patru factori care determină expunerea fotografică.

Expunerea corectă se obține numai dacă se satisface această ecuație, pe care o rezolvă orice exponometru, fie el mecanic sau digital.

Coeficientul de reflexie mediu reprezintă media geometrică între $\rho_{min}\approx 0{,}033$ (catifea neagră) şi $\rho_{max}\approx 0{,}97$ (carbonat de magneziu şi sulfat de bariu).



$$\rho_{med} = \sqrt{\rho_{\min} \cdot \rho_{\max}} = \sqrt{0{,}033 \cdot 0{,}97} = 0{,}18$$

Din punct de vedere exponometric cadrul filmat se comportă ca o scală de plaje cu coeficienți de reflexie de la ρ_{min} la ρ_{max}.

Dacă iluminarea în cadru este uniformă, luminanțele devin proporționale cu coeficienții de reflexie:

$$\frac{\rho_{\min}}{\rho_{\max}} = \frac{B_{\min}}{B_{\max}} = \frac{0{,}033}{0{,}97} = \frac{1}{29}$$

echivalent cu aproximativ 5 diafragme.

Dacă la o creştere a nivelului de iluminare, cum este cazul filmărilor în exterior, se doreşte menținerea diafragmei închise (de exemplu pentru profunzime mare a câmpului de claritate), pentru compensare se apelează la folosirea unui filtru, conform expresiei: $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{F_2}$, deoarece nivelul E_1 este fără filtru (F_1=1). Pentru filtre gri D = 0,3 = 1 diafragma, D = 0,6 = 2 diafragme

D = 0,9 = 3 diafragme.

Exemplu: E_1 = 1.000lx

E_2 = 8.000lx $\quad F_2 = \frac{E_2}{E_1} = \frac{8.000}{1.000} = 8$ X ceea ce corespunde unui filtru cu densitatea 0,9.

Dacă la acelaşi nivel de iluminare se doreşte o diafragmă mai deschisă se foloseşte tot un filtru, folosind expresia: $N_1^2 = N_2^2 \cdot F_2$, deoarece N_1 este fără filtru.

Exemplu: $N_1=8$

$N_2=2,8$ $F_2 = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{8^2}{2,8^2} = \frac{64}{8} = 8$ x, cu densitate de 0,9.

În mod obişnuit expunerea semreglează din diafragmă şi din sendibilitatea camerei sau a filmului.

PRACTIC:

- se prezintă studenților o scală gri 0,18 şi se demonstrează modul de utilizare.

- se fac măsurători de expunere, după explicarea exponometrului.

- se calculează filtre pentru diferite situații de expunere

7. Profunzimea câmpului de claritate

S-a arătat că imaginile obiectelor diferit distanțate de obiectiv se formează în spațiul imagine la distanțe diferite (v. fig.1.2 din LP). În orice aparat de luat vederi există un singur plan imagine fotosensibil pe care se formează imaginea optică. Pe acesta se poate proiecta cu maximă claritate un singur plan obiect orientat perpendicular pe axa optică a obiectivului (fig.7.1). O imagine punctiformă P' se poate obține numai pentru un punct obiect P situat în planul de punere la punct. Imaginile punctelor P_1 şi P_2 situate mai aproape şi mai departe față de acest plan vor căpăta forma unor pete difuze z' trasate de conurile faciculelor luminoase ce formează imaginile lor (P'_1 si P'_2). Obiecte mai depărtate sau mai apropiate față de acest plan vor trece treptat în zone de neclaritate. Se pot obține imagini suficient de clare încât *să pară perfect clare* pentru o zonă mai mare sau mai mică în jurul acestui plan obiect, datorită proprietății obiectivului de a asigura imagini suficient de clare încât să pară perfect clare, pentru obiecte situate într-un anumit interval din spațiul obiect, numit ***câmp de profunzime***. Fenomenul este posibil datorită imperfecțiunilor vederii umane, mai exact puterii de separație limitate a ochiului, determinată în principal de aberațiile sistemului său optic, de difracție şi de structura discontinuă a retinei (celule sensibile – conuri – cu diametrul de 5μm, v. fig.1.6). Ochiul

acceptă ca pe o imagine suficient de clară a unui punct obiect o pată difuză z, a cărei mărime se defineşte prin unghiul limită de separație $\Delta\varphi$ (v. fig.1.7).

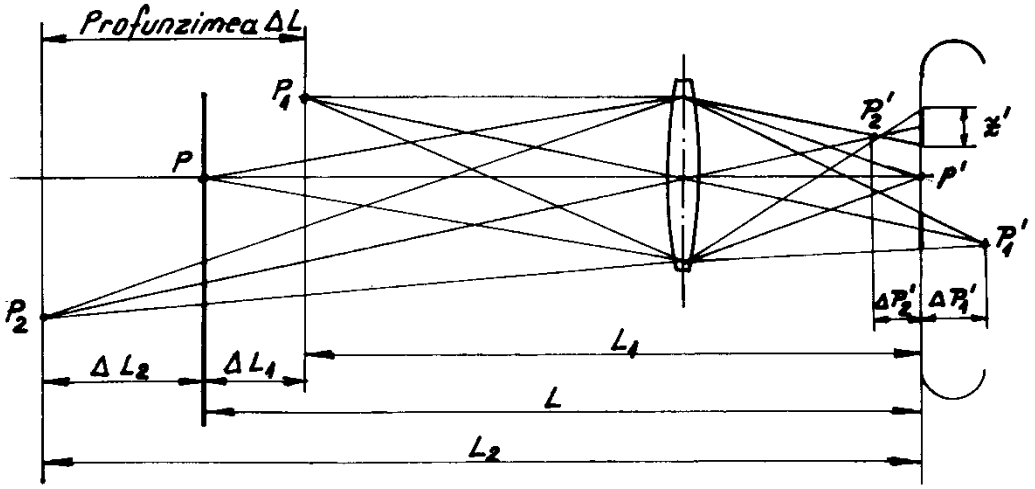


Fig.7.1 Formarea profunzimii câmpului de claritate.

În practica foto-video-cinematografică operațiunea de căutare sau de stabilire a clarității imaginii pe subiectul principal se numeste **punere la punct (sau „a face şarful”** din lb. engleză – „scharp”), iar distanța măsurată de la planul fotosensibil până la planul obiect de maximă claritate reprezintă distanța de punere la punct. În procesul vizual de punere la punct se constată existența unui anumit interval $2\Delta x'$, reprezintat în fig.7.2, în care obiectivul se deplasează păstrându-se în imagine senzația de claritate. Acest interval exprimă **latitudinea de punere la punct**.

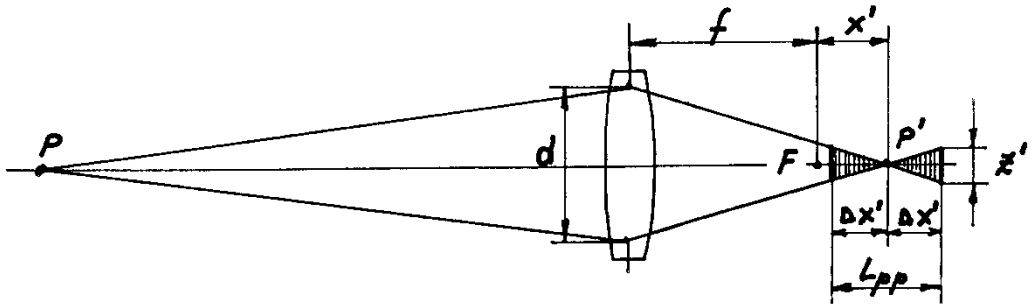


Fig.5.2. Latitudinea de punere la punct.

În condiții obişnuite de punere la punct la distanțe relativ mari, valoarea *x'* devine neglijabilă în raport cu distanța focală *f*, iar din asemănarea triunghiurilor fig.7.2 rezultă:

$$d/f=z'/\Delta x' \tag{7.1}$$

Raportul $d/f = 1/N$ defineşte deschiderea relativă a obiectivului, evaluată prin indicele *N* marcat pe scala de diafragmare. Substituind în (7.1) se obține latitudinea de punere la punct:

$$L_{pp}=2\Delta x'=2z'N \tag{7.2}$$

ce creşte prin închiderea diafragmei. De exemplu, pentru o pată difuză cu diametrul z'=1/30mm, admisă pentru imaginea cinematografică realizată pe peliculă de 35mm, latitudinea de punere la punct va fi de 0,093mm pentru diafragma N=1,4, de 0,26 mm pentru diafragma 4 şi de 0,73 mm pentru diafragma 11. Rezultă, că *pentru creşterea preciziei, punerea la punct vizuală (fără a ține cont de scala de şarf) trebuie efectuată la diafragma cea mai deschisă a obiectivului.*

Admițând în planul fotosensibil o pată difuză z' ca pe o imagine suficient de clară (pentru a părea perfect clară) a unui punct obiect (fig.7.1), devine evident că în spațiul obiect apare un interval în care obiectele vor fi redate sub forma unor imagini suficient de clare pentru a fi văzute clar pe ecran. Acest interval exprimă ***profunzimea câmpului de claritate***.

7.1 Criterii de evaluare a profunzimii câmpului de claritate

După cum s-a arătat, cauza existenței profunzimii câmpului de claritate este pata difuză acceptată de observator ca o imagine suficient de clară pentru a fi considerată perfect clară a unui punct obiect. *Diametrul petei difuze constituie principalul criteriu de evaluare a profunzimii.*

Dacă ochiul observatorului şi obiectivul de luat vederi se găsesc în acelaşi punct de stație (fig.7.3) pata difuză acceptabilă ca fiind văzută clar în spațiul obiect are diametrul:

$$Z=L\Delta\varphi_{rad}=L\Delta\varphi'/3440$$

(7.3)

unde: L este distanța considerată şi $\Delta\varphi$ - unghiul limită de separație al ochiului, iar în urma transformării din radiani în minute:

$2\pi / 360 \bullet 1/60' \approx 1/3440$

Cum unghiul limită de separație se transferă din spațiul obiect în spațiul imagine rezultă că pe materialul fotosensibil diametrul petei z' este proporțional cu distanța focală a obiectivului.

$$z' = f\Delta\varphi / 3440$$

(7.4)

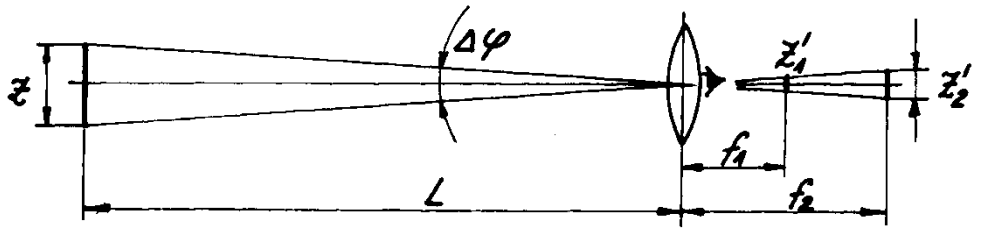


Fig.5.3 Mărimea petei difuze în funcție de distanța focală.

Acceptând unghiul limită de 2' (v.fig.1.4), diferitelor distanțe focale le corespund pete difuze cu diametre diferite:

f(mm)	18	25	35	50	75	100	500
Z'(mm)	1	1	1	1	1	1	1
	95	70	50	35	23	17	3,5

Acest criteriu de stabilire a mărimii petelor difuze este valabil numai în ipoteza că imaginile ar fi privite de la distanțe optime corespunzătoare expresiei (5.9), ceea ce presupune ca aceste pete să fie văzute pe ecran sub unghiul limită admis, de 2'. Această condiție fiind practic irealizabilă, la privirea imaginii de la distanțe mai mici decât distanța optimă petele difuze admise sunt văzute sub unghiuri mai mari decât unghiul limită, imaginile par a fi mai neclare, cu o profunzime mai mică. Pentru distanțe mai mari decât distanța optimă aceleaşi pete difuze sunt văzute sub unghiuri mai mici decât unghiul limită, ceea ce conferă imaginii o claritate mai bună, cu o profunzime mai mare.

Imposibilitatea privirii imaginilor de la distanțele optime impune stabilirea unui *criteriu practic, din care să rezulte aceeaşi pată difuză*

pentru toate obiectivele, indiferent de distanța lor focală. La elaborarea unui asemenea criteriu se porneşte de la condițiile cele mai nefavorabile de vizualizare, respectiv de la situația unui spectator care vede imaginea de la o distanță minimă admisibilă egală cu (1,5 x lățimea B) a unui ecran cinematografic de format normal, cu raportul laturilor de 1,37:1 [*]. Prin urmare, în expresia (7.3) se consideră distanța L=1,5 B şi se obține astfel diametrul petei difuze în planul ecranului de proiecție (fig.7.4) în funcție de lățimea acestuia:

$$Z = B\Delta\varphi' / 2290 \tag{7.5}$$

Transferată pe planul fotosensibil, pata difuză va fi de M ori mai mică decât pe ecran:

$$Z' \cong B\Delta\varphi / 2290M \tag{7.6}$$

unde: $M = B/b$ este coeficientul de mărire a imaginii din fereastra de proiecție cu lățimea b, pe ecran.

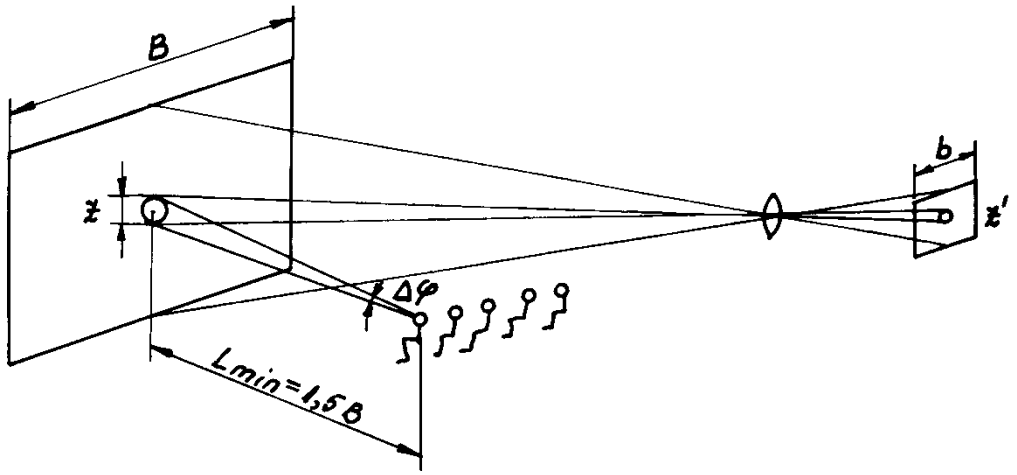


Fig.7.4 Mărimea petei difuze în funcție de condițiile de vizualizare.

Substituind coeficientul M în expresia (7.6) rezultă diametrul petei difuze exprimat în funcție de formatul fotogramei, evaluat prin lățimea ferestrei de proeicție:

$$z' \approx b\Delta\varphi' / 2300 \tag{7.7}$$

La aparatele de proiecție 35 mm fereastra de proiecție pentru formatul normal este de 15,3x21mm, iar pentru cele de 16 mm

dimensiunile sunt de 7,1x9,7mm, dimensiuni apropiate de unele dispozitive folosite şi în aparatele de proiecție video performante.

Specialiştii europeni acceptă în calculul petei difuze unghiul limită de 4'[*], rezultând, pentru obiectivele aparatelor de 35 mm o pată difuză de 1/27,4 mm, aproximală la 1/30 mm, iar pentru cele de 16 mm pata difuză este de 1/60 mm.

Pentru spectatorii ce ocupă locuri mai depărtate de ecran pata difuză calculată după acest criteriu este văzută sub unghiuri mai mici decât unghiul limită acceptat, ceea ce conferă imaginii o claritate mai bună şi o profunzime mai mare. De exemplu, pentru distanța de 2,5B, corespunzătoare locurilor de vizibilitate optimă [*], pata difuză acceptată pe ecran este văzută sub un unghi de 1,5' iar de la distanța de 3,5B, corespunzătoare ultimelor locuri, pata este văzută sub un unghi de numai 1'.

Specialiştii americani acceptă o pată difuză de 1,5 ori mai mare decât cei europeni, respectiv de 1/500'' = 1/20 mm, pentru obiectivele aparatelor de 35 mm şi de 1/1000" = 1/40 mm pentru cele de 16mm. Acestor pete difuze le corespund unghiul limită de 5,5' şi deci o profunzime mai mare. Intre criteriile de profunzime acceptate de specialiştii europeni şi cei americani nu apar mari discordanțe dacă ținem seama că *evaluarea profunzimii câmpului de claritate este, totuşi, o chestiune subiectivă.*

Este evident că de obicei în sălile de cinematograf nu se respectă criteriul distanței minime până la ecran de 1,5B, astfel că primele rânduri de fotolii au un rol comercial. Similar, nici privitul la televizor nu se face decât în rare situații de la o distanță cuprinsă între 4...6 înălțimi de ecran. Conform recomandărilor constructive pentru sălile de proiecție actuale [*] rezultă o distanță minimă de circa 0,9B pentru ecranul de format normal şi de 0,5B pentru cinemascop. În asemenea condiții la vizionare calitatea imaginii este sesizabil mai slabă decât pentru locurile mai depărtate de ecran.

7.2 Profunzimea câmpului de calaritate în cazul punerii la punct pe ininit. Distanța hiperfocală

Dacă punerea la punct se face pe infinit, din fig.7.2 se observă că razele marginale ce delimitează pata difuză z', acceptată ca imagine

clară a puntului P', situată în planul focal al obiectivului formează o imagine punctiformă P'1 căreia îi corespunde un punct obiect P1 situat față de planul materialului fotosensibil la o distanță H, numită distanță hiperfocală. Într-o asemenea situație de punere la punct, în planul focal vor fi redate cu suficientă claritate (pentru a părea clare) toate punctele obiect situate între distanța hiperfocală şi infinit, deoarece acestora le vor corespunde, ca imagini, pete difuze mai mici decât pata admisă ca fiind clară.

Distanța hiperfocală reprezintă distanța până la limita cea mai apropiată a câmpului redat clar în profunzime când şarful este pus la punct pe infinit. Atunci profunzimea se întinde de la distanța hiperfocală până la infinit, adică pe zona maximă pe care o permite un obieciv dat.

Pe baza asemănării triunghiurilor din fig.7.5, neglijând mărimile foarte mici, pe baza unor calcule geomatrice simple (v. ghidul tehnic) rezultă:

$$H \approx f^2 / z'N \qquad (5.8)$$

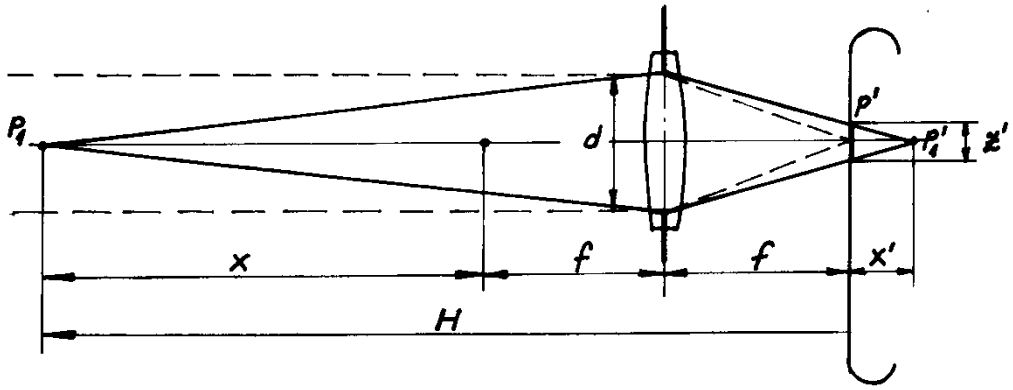


Fig.7.5 Determinarea distanței hiperfocale.

Din formulă rezultă că valoarea distanței hiperfocale scade, adică *profunzimea câmpului de claritate creşte pentru:*

-pete difuze mai mari

-diafragme mai închise

-distanțe focale mai scurte (distanța hiperfocală se modifică cu pătratul distanței focale).

Dublarea distanței focale reduce de patru ori distanța hiperfocală (v. tabelul 7.1)

Tabelul 7.1.

Distanțe hiperfocale (în m)a pentru pata difuză Z' = 1/30 mm.

Distanțe focale	Deschiderea diafragmei N								
(mm)	1,2	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	16
25	15,62	13,39	9,38	6,69	4,69	3,35	2,34	1,70	1,17
50	62,5	53,57	37,50	26,78	18,75	13,39	9,37	6,82	4,68
100			150	107	75	53,57	37,50	27,27	18,75
200				357	300	214	150	109	75

5.3 Profunzimea în cazul punerii la punct a clarității pe distanțe finite

Acceptând în planul fotosensibil (fig.7.1) pete difuze cu diametrul z' ca pe imagini suficient de clare ale punctelor obiect P_1 şi P_2, rezultă că între aceste puncte apare un spațiu de profunzime alcătuit din două zone: una anterioară ΔL_1 şi una posterioară ΔL_2. Cele două zone nu sunt egale: zona anterioară este întotdeauna mai întinsă decât cea posterioară, diferențierea fiind mai pronunțată pentru distanțe mari de punere la punct şi diminuată pentru distanțe mici.

Calcule geometrice amănunțite [*] permit, pentru simplitate, exprimarea profunzimii în funcție de distanța hiperfocală *H* şi de distanța de punere la punct *L*. Astfel, distanțele L_1 până la limita anterioară a câmpului redat clar şi L_2 până la limita sa posterioară se pot calcula cu formulele:

$$L_1=HL/(H+L) \quad \& \quad L_2=HL/(H-L) \tag{5.9}$$

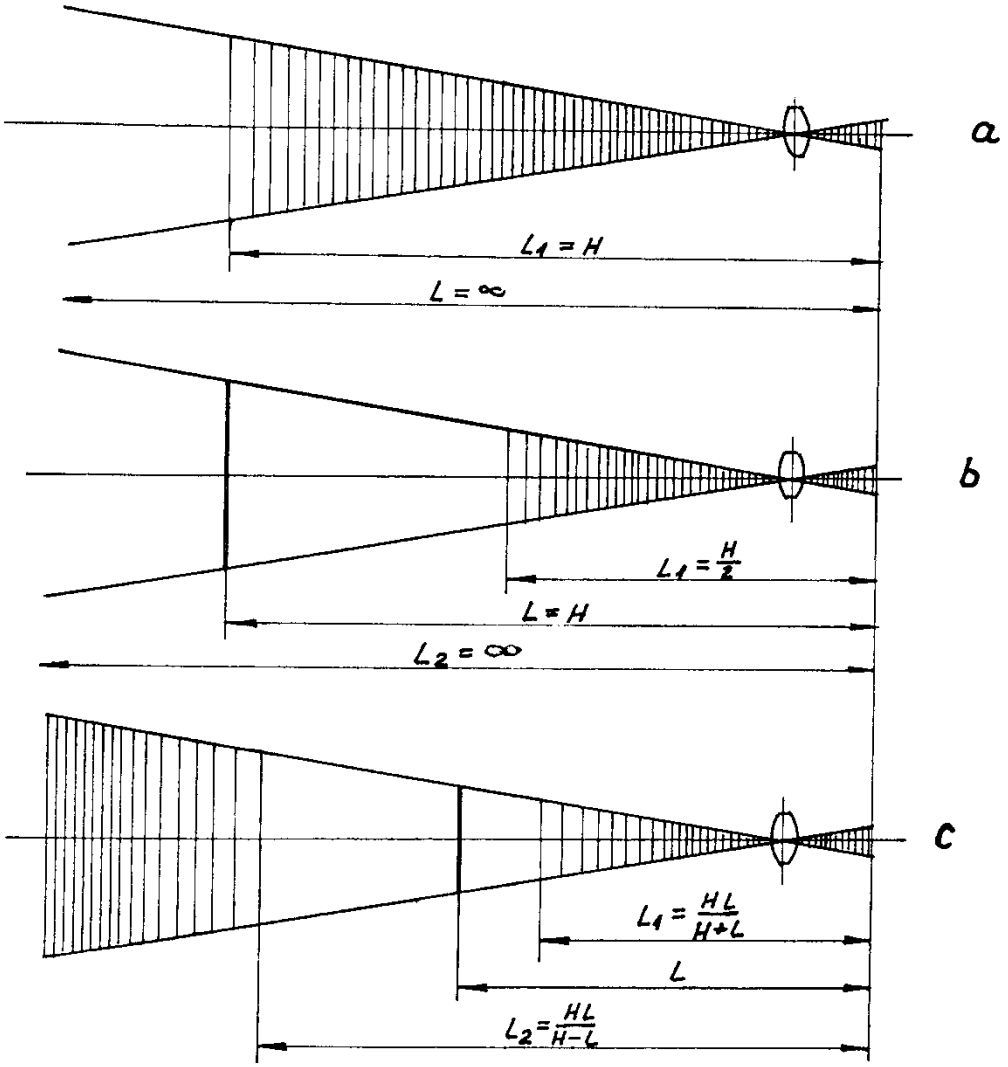


Fig.7.6 Profunzimea câmpului de claritate pentru diferite cazuri de punere la punct.

a -pe infinit; b -pe distanța hiperfocală; c -pe o distanță mai mică decât distanța hiperfocală.

iar profunzimea rezultă din diferența:

$$\Delta L = L_1 - L_2 \tag{5.10}$$

Variația profunzimii în funcție de distanța de punere la punct este ilustrată în fig.7.6.

Este important de reținut faptul că ***la distanțe de punere la punct pentru care se asigură o încadratură constantă, obiective cu***

distanțe focale diferite prezintă, la aceeaşi diafragmă, aproximativ aceeaşi profunzime. Fenomenul este valabil până la o distanță de circa 5 m, după care, pentru distanțe focale lungi profunzimea prezintă o anumită scădere.

7.4 Cazuri specifice

S-a arătat că pentru o pată difuză *z'*, corespunzătoare unui anumit format, ***profunzimea depinde de diafragmă, de distanța focală şi de distanța de punere la punct.*** Este evident că aceşti factori se găsesc într-o anumită interdependență unii cu alții, iar profunzimea este de obicei o rezultantă. Astfel, de regulă, diafragma este impusă de factori exponometrici, respectiv de condițiile de iluminare şi de sensibilitatea peliculei sau camerei video, după caz; distanța focală se alege în funcție de încadratura necesară şi de criteriul redării perspectivei, distanța de punere la punct rezultând din relația încadratură - distanță focală. Punerea la punct pe infinit nu este totdeauna rațională deoarece, în acest caz, profunzimea se întinde de la distanța hiperfocală până la infinit şi nu se beneficiază de zona posterioară a câmpului redat clar (fig.7.5.a).

Condiția de maximă profunzime este aceea de punere la punct pe distanța hiperfocală. În acest caz, din expresiile (7.9) rezultă că profunzimea se întinde de la jumătatea distanței hiperfocale până la infinit: $L_1 = H/2$ si $L_2 = \infty$ (fig.7.5,b). Dacă se doreşte o profunzime cuprinsă între distanțele L_1 şi L_2 (fig.7.5,c) punerea la punct trebuie să se facă pe distanța:

$$L=2L_1L_2 / (L_1+L_2) \tag{5.11}$$

iar pentru a asigura această profunzime este necesară diafragma:

$$N=f^2 [(L_2-L_1) L_1L_2] / 2z' \tag{5.12}$$

diafragma ce trebuie să satisfacă şi condițiile expunerii corecte.

Pentru a se putea filma cu o anumită diafragmă aleasă pe criterii artistice, prin care să se controleze profunzimea, este necesară compensarea expunerii, care se bazează formula generală a

exponometriei (pe baza cărei funcționează calculatoarele exponometrice pentru film) pentru două situații de expunere la filmare:

$$E_1\alpha_1 S_1 / K_1 N_1^2 = E_2\alpha_2 S_2 / K_2 N_2^2 = 90.000 \quad (5.13)$$

unde: E - este iluminarea subiectului măsurată în lucşi; α - unghiul de deschidere al obturatorului aparatului de filmat exprimat în grade; S - sensibilitatea peliculei exprimată în unități ASA, respectiv în ISO; K - frecvența de filmare şi N - indicele de diafragmă. Formula se aplică şi la filmările pe video. Unghiul obturatorului este marcat pe camerele video cu „shutter" şi permite reglajul timpului de expunere de regulă, la camere relativ uzuale, de la 0,5ms la 40ms. În unele situații se recomandă folosirea facilității unor camere de a capta ambele semicadre de la aceeaşi expunere, pentru diminuarea efectului de ştergere.

În condiții obişnuite de filmare factorii S, K şi α sunt mărimi constante, se reduc din proporția (7.13) deci practic diafragma devine compensabilă numai printr-o variație corespunzătoare a iluminării. Pentru a filma cu o diafragmă mai deschisă, dacă nu este posibilă reducerea iluminării, cum este cazul filmărilor în exterior, ziua, în vederea compensării expunerii trebuie folosite filtre gri-neutre dispuse în fața obiectivului de luat vederi.

5.5 Eecte de profunzime variabilă

Profunzimea câmpului redat clar nu este numai o rezultantă a multiplilor factori care o determină, ci este şi o opțiune de ordin artistic. Astfel, redarea spațialității în toată amploarea ei presupune o profunzime mare, pe când pentru evidențierea unui anumit subiect din acest spațiu, a unui personaj de exemplu, se apelează la reducerea profunzimii. Trecerea în neclaritate a elementelor spațiale ce nu se găsesc în apropierea planului de punere la punct permite concentrarea atenției spectatorului asupra subiectului principal redat clar. Uneori un dialog este subliniat în imagine prin trecerea clarității de pe un personaj pe altul, iar descrierea succesivă a unor subiecte sau detalii aflate în profunzime se realizează prin transferul continuu de claritate. O profunzime mică este însoțită şi de efecte plastice deosebite, în sensul că variația luminației detaliilor din profunzime se transformă în jocuri de pete difuze cu luminanțe şi culori diferite.

Este posibilă realizarea unor efecte de profunzime variabilă ce se obțin prin închiderea sau deschiderea continuă a diafragmei în timpul filmării. Astfel, prin închiderea diafragmei se obține un efect de "*introducere*" treptată a unui subiect într-un spațiu de profunzime, pentru a intra în relație cu alte subiecte, sau de "*izolare*" a acestuia prin reducerea profunzimii deschizând diafragma. Expunerea trebuie să rămână constantă, pentru a avea o imagine corectă dpdv tehnic. În timpul filmării iluminarea poate fi modificată continuu, nu foarte simplu, în platou. Frecvența de filmare afectează percepția mişcării, care pote nu este de dorit, prin urmare o modalitate de compensare a diafragmei rămâne variația corespunzătoare a unghiului de deschidere al obturatorului la filmare, cel mai comod la filmarea pe peliculă. Această compensare, la aparatele de filmat pe peliculă, necesită un dispozitiv care să pună într-o relație exactă şi automată deschiderea diafragmei cu unghiul obturatorului conform expresiei (7.13) , respectiv:

$$\alpha / N^2 = constant \tag{5.14}$$

Un asemenea dispozitiv există în Laboratorul de optică la UNATC şi poate fi prezentat cursnaților. Dispozitivul este construit pentru un aparat de filmat Mitchell 535R, echipat cu un obiectiv supraluminos cu f = 55mm şi deschiderea relativă 1,1. De exemplu, se presupune că se filmează un personaj în plan întreg de la distanța de 7m. Cu o variație a diafragmei de la 1,2 la 8 profunzimea creşte de la 1,3 m la 14 m, iar pentru o variație de la 1,2 la 11 profunzimea creşte de la 1,3 m până la 42,5 m.

5.6 Influența calității obiectivului şi a transparenței mediului asupra profunzimii câmpului de claritate

Toate calculele de profunzime au fost deduse din considerente pur geometrice şi sunt valabile numai pentru obiective ideal corijate, lipsite de aberații şi pentru un mediu perfect transparent.

În realitate, privind o imagine în profunzime ochiul apreciază claritatea relativă a elementelor ce o compun, sesizând gradația trecerii spre zonele de neclaritate în raport cu imaginea de claritate maximă ce se află în planul de punere la punct. Astfel, în cazul obiectivelor bine corijate, cu o definiție bună a imaginii, într-o atmosferă clară ochiul percepe uşor variația clarității, astfel încât percepția profunzimii în acest

caz este în acord cu criteriile şi calculele prezentate. Pentru obiective mai slab corijate şi cu difuzie mare, imaginea din planul de punere la punct este mai puțin clară şi de aceea trecerea în neclaritate este mai greu sesizată. Aceasta explică faptul că obiectivele cu o definiție mai scăzută dau senzația unei profunzimi mai mari. Acelaşi fenomen explică şi senzația unei profunzimi mari în cazul unei atmosfere cu ceață, fie că această atmosferă este reală sau artificial creată cu ajutorul unor filtre speciale [*].

PRACTIC: Se fotografiază sau se filmează sub îndrumarea coordonatorului de practică imagini care să ilustreze profunzimea câmpului de claritate. Exemple se văd în figurile de mai jos:

a) profunzime mică cu deplasarea planului de şarf

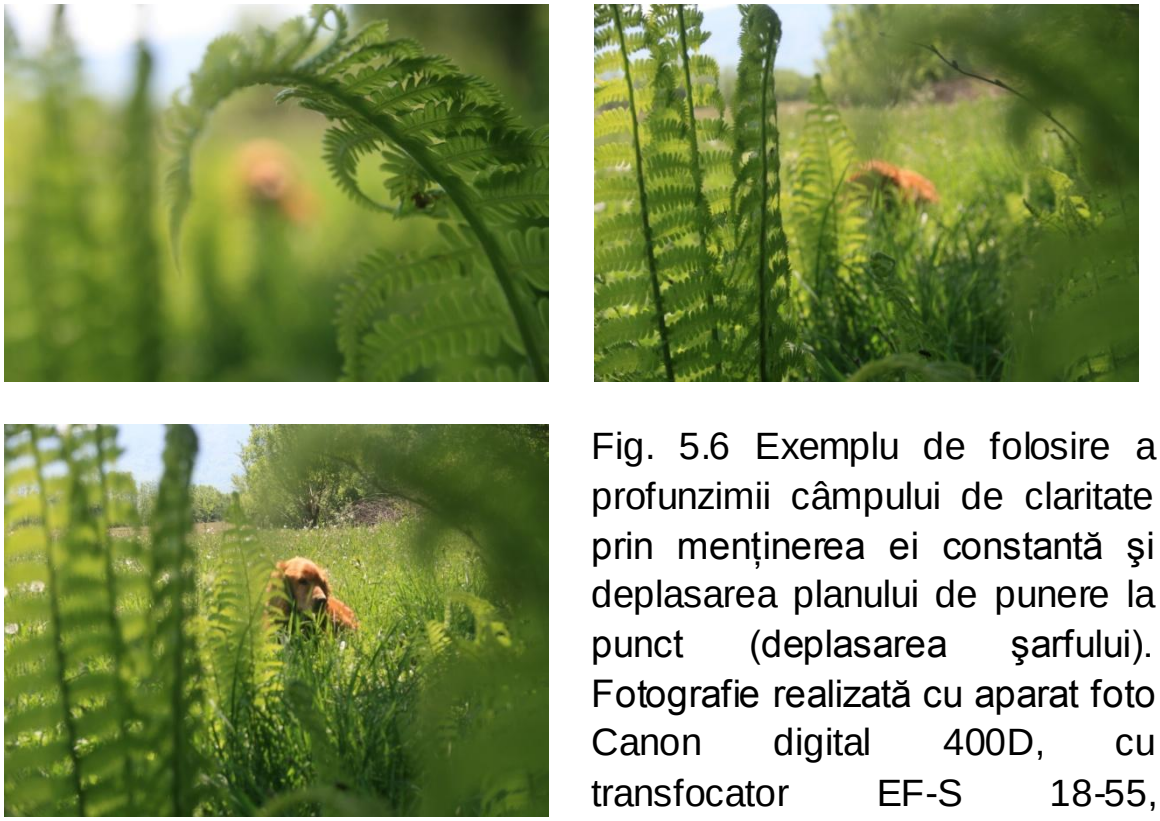


Fig. 5.6 Exemplu de folosire a profunzimii câmpului de claritate prin menținerea ei constantă şi deplasarea planului de punere la punct (deplasarea şarfului). Fotografie realizată cu aparat foto Canon digital 400D, cu transfocator EF-S 18-55, N=1:3,5-5,6

b)observarea asimetriei câmpului de profunzime față de planul de şarf



Fig. 5.7 Ilustrarea asimetriei câmpului de profunzime față de planul de şarf, cf. fig.5.5. (v. şi formula 5.9). Neclaritatea din prim-plan nu se datorează efectului de ştergere ci profunzimii. Viteza apei fiind constantă, efectul de ştergere ar fi produs o imagine neclară uniformă a apei. Observați claritatea de la 0,5m de obiectiv comparabilă cu cea de la infinit.

c) variația câmpului de profunzime cu diafragma, între limite extreme. Cursanții vor face cel puțin două fotografii cu un subiect la 2m într-un peisaj, una cu diafragma complet deschisă şi una cu diafragma complet închisă, observând diferența de profunzime.

d) ilustrarea experimentală a distanței hiperfocale. Cu diafragma complet deschisă pentru ca efectul să fie mai pregnant:

-se fotografiază cu şarful pe infinit

-se calculează distanța hiperfocală pentru datele concrete

-se reface aceeaşi fotografie cu şarful pe distanța hiperfocală

-se observă diferența dintre cele două imaigini.

e) se verifică variația exponențială fluxului luminos pein obiectiv cu ajutorul dispzitivului dedicat din laborator:



Fig. 6.7 Aparat pentru verificat calibrarea diafragmelor obiectivelor de luat vederi. Aparatul transformă variația exponențială a flxului care cade pe senzor în variații liniare pe scala galvanometrului. Altfel scala nu ar putea acoperi cu precizie

	mai mult de 3 diafragme

Cu diafragmele etalon se verifică scala aparatului, apoi cu obiectivul montat în proiectorul de control cu un geam mat în planul fotosensibil se verifică variația fluxului luminos în funcție de diafragmă.

LUCRAREA PRACTICĂ NR.35

LP-35. Notiuni de iluminare tehnologica pentru televiziune

1. Tema lucrării

Se ştie că televiziunea este dependentă de un suport tehnic soficticat şi de o mare diversitate. Atât calitatea emisiunilor cât şi randamentul procesului de producție depind de cunoaşterea performanțelor aparatelor disponibile şi de talentul cu care echipa de realizatori este capabilă să le pună în valoare ca mijloace de expresie artistică.

În această lucrare practică sunt prezentate noțiuni de bază privind iluminarea tehnologică prentru filmări destinate televiziunii, la nivelul minim care să acopere principalele condiții de lucru, cu accent pe filmările exterioare pentru ştiri, reportaje, film documentar. Sunt trecute sumar în revistă aspecte legate de lucrul în platouri de televiziune. Subiectul vast legat de ilumnarea tehnologică în platouri depăşeşte spațiul maxim alocat prezentei lucrări. De aceea rămâne de experimentat practic la lucrarea cu întreaga echipă de producție privind înregistrarea unei piese de teatru în platou.

2. Obiectivele lucrării

Obiectivele lucrării practice sunt:

-prezentarea aspectelor minime legate de generarea luminii folosite în iluminarea tehnologică TV: fenomene fizice care determină calitatea luminii, în special temperatura de culoare care este fundamentală pentru redarea corectă a culorilor

-informare privind tipurile de lămpi de uz profesional

-informare privind clasificarea aparatelor de iluminat

-modul cum se poate amesteca lumina provenită de la aparate de iluminat echipate cu lămpi funcționând pe principii diferite

-tipuri de lumină de bază: lumina principală (cheie), de contur, de efecte

-scheme de iluminare pentru reportaj, comentarii succinte privind alte situații

Lucrarea nu conține aspecte legate de elecroalimentare specifică.

Pe scurt, parcurgând această lucrare şi respectând corect indicațiile, cursanții devin capabili să aleagă şi să fololseascâ în concordanță cu caracteristicile tehnice, aparatele de iluminat potrivite scopului filmării pe care o au de efectuat, fără să facă greşeli. Nivelul artistic al imaginilor respective nu face obiectul lucrării.

3.Descrierea lucrării

În lucrarea practică privind iluminarea tehnologică pentru televiziune se prezintă baza teoretică a problematicii specificate în paragraful 2. Pe parcurs se prezintă:

-modul cum se măsoară parametrii din teorie

-aspectul fizic al obiectelor la care se face referire: lămpi, diverse tipuri de aparate de iluminat, sisteme de prindere specifice

-măsurarea în laborator a parametrilor aparaturii

-filmarea efectivă, urmărind influența luminii care provine de la diferite aparate de iluminat, aşezate în diferite poziții față de subiect asupra imaginii de televiziune

-se trag concluzii pe baza observațiilor asupra caracteristicilor specifice fiecărui tip de aparat

4. Echipamente utilizate

O listă de echipamente inclusă în continuare ar fi mult prea lungă, aşa că ne limităm la a specifica faptul că în lucrare se perzintă toate tipurile de aparate de iluminat existente în UNATC „IL Caragiale” şi la partenerii noştri, furnizori de echipamente de iluminat şi accesorii.

Se vor folosi de asemenea şi unele aparate de măsură din laboratorul de optică al UNATC „IL Caragiale”

5. Rezultate aşteptate

La minim, nivelul cunoştinţelor dobândite trebuie să îi împiedice pe cursanţi să facă greşeli inacceptabile din punct de vedere tehnic (de exemplu să filmeze cu lumină amestecată, de la surse a căror temperatură de culoare are diferenţe ce produc efecte supărătoare în cadru, sau imagini cu umbre evident supărătoare la vizionare-în special pe feţele personajelor).

Un nivel mediu de pregătire rezultată din prezenta lucrare preactică asigură cursanţilor pregătirea neceasră pentru a crea imagine de televiziune fără greşeli tehnice şi cu valenţe artistice.

Nivelul superior de parcurgere al lucrării practice ajută la obţinerea de către cursanţi a unor imagine ireproşabile dpdv tehnic şi artistic.

6. Generalităţi privind lumina şi producerea ei pe cale artificială

Despre lumină s-au scris mii de pagini, majoritatea bazându-se pe cercetări care continuă încă. Se ştie că lumina reprezintă o foarte mică parte din spectrul radiaţiilor electromagnetice. Sunt vizibile pentru om oscilaţiile cu lungimi de undă cuprinse între aproximativ 400 şi 750nm. Dacă radiaţiile din acest interval au putere constantă, senzaţiile vizuale cresc în intensitate de la zero, ajung la maxim în jurul valorii de 555nm, corespunzând unei culori galben-verde, apoi scad până la dispariţie în partea opusă a spectrului vizibil.

PRACTIC: se proiectează imagini cu culorile spectrului vizibil, Curbele de sensibilitate spectrală ale ochiului şi se comentează.

În contextul lucrării lumina trebuie tratată ca având trei funcţii fundamentale: funcţia vitală, funcţia plastică şi funcţia tehnică.

Funcţia vitală condiţionează însăşi viaţa normală a omului. Majoritatea informaţiei receptate şi transmise se realizează prin imagini vizuale datorate luminii.

Funcţia plastică este primordială în artele figurative în care lumina este principalul mijloc de exprimare artistică. Prin iluminare se evidenţiază elementele principale conţinute în imagine cât şi, subiectiv,

relațiile dintre ele. Perspectiva tonală şi cromatică sugerează sunt unele dintre elementele care sugerează cea de-a treia dimensiune în imaginile filmate 2D.

Funcția tehnică se referă la proprietatea luminii de a forma imagini optice în camera obscură a aparatului de luat vederi determinând efecte fotografice şi fotoelectrice care fac posibilă înregistrarea imaginilor.

Un artist adevărat nu va copia niciodată riguros natura ci va interveni cu personalitatea sa creatoare, pentru a sublinia mesajul imaginii filmate. În televiziune uneori este suficientă o redare obiectivă, corectă, a realității, pentru care sunt necesare unele cunoştințe tehnice minime.

Orice corp care emite radiații luminoase constituie o sursă de lumină.

Sursele care emit lumină transformând direct o altă formă de energie în lumină sunt surse primare (naturale - soarele, stelele, focul, sau artificiale – create de om), iar corpurile iluminate care reflectă sau transmit lumina sunt surse secundare.

Generarea şi întreținerea în timp a luminii necesită excitarea sursei cu energie din exterior. Lumina poate fi produsă artificial prin radiație termică şi luminescență.

Radiația termică implilcă încălzirea suficientă a corpurilor, procesul intim al excitării fiind ciocnirea dintre atomi, ioni şi molecule.

Luminescența cuprinde emisia de radiații luminoase altele decât de natură termică. Prin electroluminescență gazele şi vaporii metalici emit lumină datorită descărcărilor electrice (ciocnirea atomilor cu fascicule de electroni (fig.6.1). Fotoluminescența se produce prin absorbția şi conversia energiei electromagnetice de către luminofori. Fotoluminescența se numeşte fluorescență dacă emisia de radiații durează foarte puțin timp (până la 10^{-8} s) după dispariția excitării, şi fosforescență dacă emisia durează mai mult, ca în cazul fosforului.

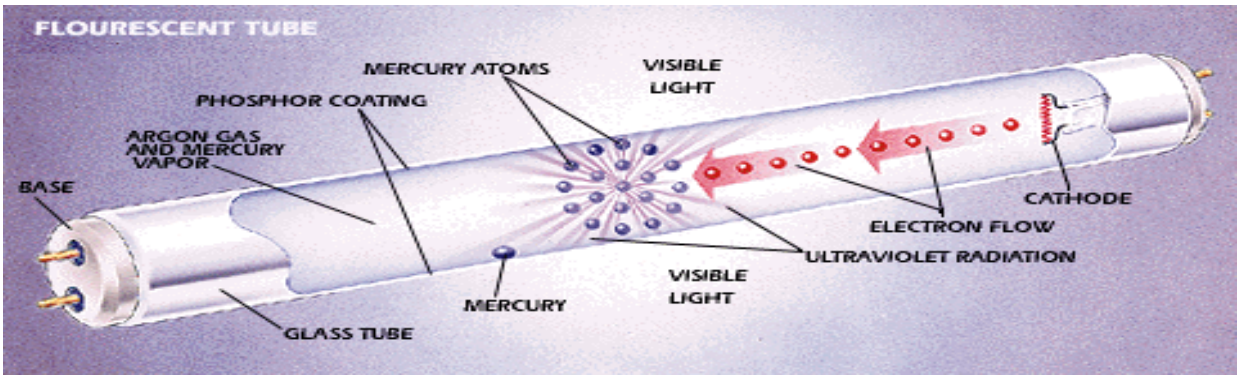


Fig. 6.1 Principiul emisiei de lumină prin descărcări elecrice în gaze

6.1 Fenomene fizice ale emisiei de radiații luminoase

Sursele elementare de energie luminoasă sunt atomii care alcătuiesc materia. În funcție de energia primită din exterior pe orice cale, electronul trece de la starea fundamentală la o stare excitată superior. Stările excitate fiind instabile şi de scurtă durată, în medie până la 10^{-8}s, atomul se dezexcită spontan fără nici o influență din exterior, revenind la stări energetice inferioare sau direct la forma fundamentală, prin emisia de radiație (fig.6.2).

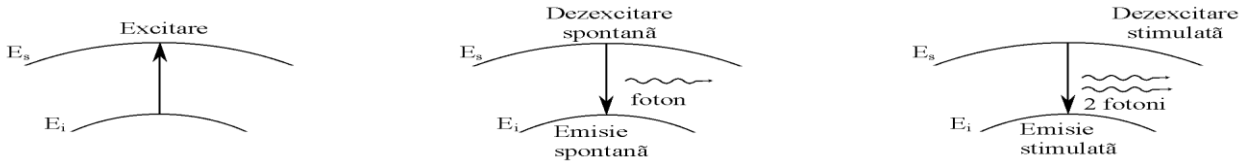


Fig.6.2 Tranziții energetice ale unui atom între două nivele E_s şi E_i.

Orice tranziție de dezexcitare de pe un nivel energetic superior E_s pe unul inferior E_i este însoțită de emisia unui foton, a cărui energie E_f este egală cu diferența dintre energiile celor două nivele, iar frecvența undei electromagnetice purtătoare corespunde expresiei:

$$\nu = \frac{E_f}{h} = \frac{E_s - E_i}{h} \tag{6.1}$$

în care h este constanta lui Planck. Durata dezexcitării fiind aproximativ egală cu durata stării excitate, de circa 10^{-8}s, rezultă că aceasta este şi durata de existență a unui foton, unda purtătoare având prin urmare o lungime de $3 \cdot 10^{8}$m/s (viteza luminii) x 10^{-8}(durata) $\approx$ 3m [*]. În afară de emisia spontană, în medii transparente poate avea loc şi o emisie

stimulată. Astfel, dacă într-o stare excitată electronul este ciocnit de un foton emis spontan, atomul este stimulat să emită un alt foton în momentul ciocnirii. Este interesant de reținut faptul că fotonul emis stimulat are aceeaşi energie, frecvență şi direcție cu fotonul stimulator, fenomen ce stă la baza realizării surselor LASER[*], singurele capabile să emită lumină coerentă monocromatică.

6.2 Formarea spectrelor de linii şi benzi spectrale. Spectru continuu

Excitarea gazelor şi vaporilor metalici se realizează practic prin descărcări electrice în tuburi ermetice (v. fig. 6.1). În funcție de structura atomică, la presiuni scăzute (de cca. $5 \cdot 10^{-3}$mm col. Hg) fiecare gaz prezintă un spectru specific de linii monocromatice ce îi conferă o anumită culoare aparentă, determinată cu precădere de radiația vizibilă cu energia cea mai mare. Astfel, în domeniul vizibil hidrogenul şi kriptonul prezintă patru linii spectrale, heliul şase, vaporii de sodiu un dublet la 589 şi 589,6 nm, iar vaporii de mercur – patru linii (fig. 6.3). Culorile aparente sunt: roşu pentru neon, violet pentru heliu, galben pentru vaporii de sodiu şi albastru-verde pentru vaporii de mercur. Majoritatea lămpilor cu descărcări conțin mercur.

Error! No topic specified.

Fig.6.3 Spectrul de linii al vaporilor de mecur

La lămpile fluorescente cu vapori de mercur de joasă presiune radiațiile ultraviolete sunt absorbite de luminofor şi convertite în radiații vizibile sub forma unui spectru continuu (fig.6.4). Prin creşterea presiunii vaporilor, respectiv a densității atomilor pe unitatea de volum, benzile spectrale se lărgesc şi devin mai intense. Spectrele de emisie ale vaporilor de mercur şi de sodiu sunt importante pentru că stau la baza fabricării unor lămpi cu randamente foarte bune. Sodiul emite o lumină gălbuie, în zona de maximă sensibilitate spectrală a ochiului, de aceea se foloseşte atât de mult la iluminatul stradal dar nu şi ca sursă de lumină pentru filmare.

Error! No topic specified.

Fig 6.4 Distribuția spectrală a energiei unei lămpi fluorescente de tip alb lumina zilei de circa 6500K

La substanțele solide, datorită densității foarte mari, de cca. 10^{22} atomi/cm^3, forțele de legătură considerabile determină, prin excitarea

termică, lărgirea benzilor spectrale ce se suprapun într-un spectru continuu fig.2.6). Puterea de emisie a corpurilor încălzite depinde atât de temperatură

Error! No topic specified.

Fig. 6.5 Spectrul continuu al unei surse de radiație termică de circa 3000K

cât şi de puterea lor de absorbție, ceea ce se verifică uşor experimental încălzind comparativ o bucată de oțel şi una de cuarț.

6.3 Corpul absolut negru, referința pentru radiația luminoasă

S-a stabilit ca etalon de radiație un corp absolut negru capabil de a absorbi în totalitate toate radiațiile ce cad asupra lui, indiferent de lungimile de undă, temperatură, direcție şi starea de polarizare. Având coeficientul spectral de absorbție egal cu unitatea, acest corp ipotetic prezintă un spectru continuu şi o putere de emisie maximă ce depinde numai de temperatură. De aceea corpul absolut negru a căpătat şi denumirea de radiator integral ce reprezintă sursa etalon de radiație termică.

Un model practic de corp absolut negru poate fi considerat orice incintă în care este practicat un orificiu (fig. 2.9). Datorită reflexiilor repetate, lumina care intră prin orificiu se slăbeşte treptat şi din aceasta nu mai iese lumină în exterior. Dacă incinta este realizată dintr-un material greu fuzibil, la încălzire prin orificiu se emite o radiație etalon a cărei structură depinde numai de temperatură.

Error! No topic specified.

Fig. 6.6 Model de corp absolut negru

Legea deplasării: prin creşterea temperaturii puterea de emisie maximă a corpului absolut negru se deplasează spre lungimi de undă mai scurte (v. linia întreruptă din fig. 6.7).

Error! No topic specified.

Fig. 6.7 Curbe d emisie spectrală ale corpului absolut negrupentru diferite temperaturi

Se observă că eficacitatea luminoasă maximă a corpului absolut negru se află între de 5000 şi 6000K deoarece în acest interval fluxul energetic maxim se află în zona centrală a spectrului vizibil, pentru care sensibilitatea spectrală a ochiului este maximă. În aceste condiții corpul absolut negru radiază lumină albă. Între temperatura filamentului lămpilor cu incandescență, care aproximează corpul absolut negru, şi culoarea luminii există o legătură directă.

Temperatura de culoare. Definiție, unități şi mod de evaluare

Temperatura de culoare se defineşte ca temperatura corpului absolut negru la care acesta emite lumină de aceeaşi culoare cu a sursei de lumină considerate.

Exprimată în Kelvin (t°C+273) temperatura de culoare este o caracteristică spectrală deosebit de importantă pentru evaluarea calității surselor de lumină, mai ales în relație cu redarea corectă a imaginilor în culori, indiferent pe ce suport sunt înregistrate.

Deşi se defineşte corect numai pentru sursele termice cu spectru continuu, noțiunea de temperatură de culoare s-a extins şi asupra surselor de lumină care nu au un spectru continuu. Pentru acestea se defineşte o temperatură de culoare aproximativă pentru care se folosesc termenii: T_c corelată, T_c asociată sau T_c echivalentă, la care corpul absolut negru are culoarea cea mai apropiată de cea a sursei considerate.

Error! No topic specified.

Fig.6.8 Distribuții spectrale relative ale energiei corpului absolut negru pentru diferite temperaturi

Este de exemplu cazul lămpilor cu spectru discontinuu HMI, CID şi al lămpilor fluorescente cu dominante de culoare corespunzătoare benzilor spectrale ale vaporilor de mercur. Temperatura de culoare corelată se atribuie surselor cu indici de redare a culorii $R_a > 0,5$ iar lămpile pentru iluminare profesională $R_a > 0,9$. Redarea corectă a culorilor filmate se obține numai dacă temperatura de culoare a luminii este în concordanță cu calibrarea camerei. În caz contrar în imagine vor apare dominante de culoare inadmisibile. Temperaturile de culoare aproximative ale unor surse de lumină uzuale sunt date în tabelul 6.1

Tabelul 6.1

Temperatura de culoare a unor surse de lumină

Sursa de lumină	Kelvin	Mired
Flacăra lămpii cu petrol	2000	500
Lămpi electrice		
Lampă cu incandescență de uz general (25-250W)	2600-2900	384-344
Lămpi cu halogen (de uz profesional)	3200-3400	312-294
Lămpi metalogen HMI	5600	178
Lampă cu xenon	6000	166
Lămpi fluorescente tip alb cald	2900-3000	345-333
Lămpi fluorescente tip alb	3800-4300	263-232
Lămpi fluorescente tip alb lumina zilei	6500	154
Lumină naturală (valori aproximative)		
Lumina solară la răsărit şi la apus	2000	500
Lumina solară la o oră după răsărit	3500	286
Media luminii solare, vara la amiază	cca. 5400	185
Lumina medie de zi: soare cu cer parțial acoperit, vara, la amiază	5600-5800	178-173
Cer acoperit şi ceață	8000	125
Cer senin în emisfera nordică	10000-20000	100-50

O altă unitate de măsură pentru temperatura de culoare este **MIRED**, de la “Micro-REciprocal Degrees”.

Valorile MIRED sunt corelate cu Kelvin conform expresiei:

$$M = \frac{10^6}{K} \tag{6.2}$$

Se observă că Mired şi Kelvin sunt mărimi invers proporționale.

În sistem MIRED, la intervale egale corespund variații egale de culoare, ceea ce uşurează calculul valorii filtrelor necesare pentru schimbarea temperaturii de culoare între limitele dorite.

Filtrele pentru cameră sau proiectoare legate de culoare se împart în trei grupe:

-filtre de corecție sau de balansare - pentru modificări moderate ale temperaturii de culoare a surselor de lumină;

-filtre de conversie - pentru modificări majore ale temperaturii de culoare;

-filtre de compensare - pentru eliminarea unor dominante de culoare, indiferent de cauzele care le determină.

Tabelul 2.5- Filtrele de corecție Wratten şi efectele lor

Culoarea filtrului	Codul filtrului	Factorul filtrului	Pentru a se obține3200K, pornind de la:	Interval în mired
	82C + 82C	1 1/3	2 490 K	- 89
	82C + 82B	1 1/3	2 570 K	- 77
	82C + 82A	1	2 650 K	- 65
Albastru	82C + 82	1	2 720 K	- 55
	82C	2/3	2 800 K	- 45
	82B	2/3	2 900 K	- 32
	82A	1/3	3 000 K	- 21
	82	1/3	3 100 K	- 10
	fără filtru		3 200 K	-
	81	1/3	3 300 K	+ 9
	81A	1/3	3 400 K	+ 18
Galben-portocaliu	81B	1/3	3 500 K	+ 27
	81C	1/3	3 600 K	+ 38
	81D	2/3	3 700 K	+ 42
	81EF	2/3	3 850 K	+ 52

Filtrele din primele două grupe sunt divizate în două serii: albastre pentru ridicarea temperaturii de culoare şi roşii-portocalii pentru coborârea acesteia (v. tabelele 2.5 şi 2.6 luând ca referință filtrele Kodak).

Efectele acestor filtre sunt evaluate în Mired. Deoarece valorile Mired sunt în relație inversă cu temperatura de culoare, filtrele albastre absorb excesul de radiații din domeniul roşu ridicând, astfel, temperatura de culoare, şi sunt însoțite de semnul (-), iar cele roşii-portocalii de semnul (+).

Semnul (+) sau (-) rezultă din formula de calcul:

$$\frac{10^6}{T_{corijată}} - \frac{10^6}{T_{sursă}} = \pm Mired \tag{6.3}$$

PRACTIC: se calculează numeric conversia de la 3200K la 5600K şi invers, alegându-se filtrele necesare. Se comentează filtrele din Tabelul 6.2

Filtrele de compensare sunt realizate în şase culori: roşu, verde, albastru şi în culorile complementare acestora: galben, purpuriu şi azuriu, efectele lor fiind exprimate în densități (tabelul 2.7).

La ora actuală gama de filtre destinate realizării imaginilor în culori este deosebit de vastă [*].

Tabelul 2.6- Filtrele de corecție Wratten şi efectele lor

Culoarea Filtrului	Codul Filtrului	Factorul filtrului	Modificarea în Kelvin	Interval în mired
	80A	2	3 200 la 5 500 K	- 131
Albastru	80B	1 2/3	3 400 la 5 500 K	- 112
	80C	1	3 800 la 5 900 K	- 81
	80D	1 /3	4 200 la 5 500 K	- 56
	85C	1 /3	5 500 la 3 800 K	+ 81
	85	2 /3	5 500 la 3 400 K	+ 112
	85N3	1 2/3	5 500 la 3 400 K	+ 112
Portocaliu	85N6	2 2/3	5 500 la 3 400 K	+ 112

	85N9		3 2/3	5 500 la 3 400 K		+ 112
	85B		1	5 500 la 3 200 K		+ 131
	85BN3		2	5 500 la 3 200 K		+ 131
	85BN6		3	5 500 la 3 200 K		+ 131

Se va arăta studenților nomograma de conversie din laborator menționându-se că ea stă la baza calculatorului din colorimetre. Acestea (fig 6.9) se bazează pe măsurarea raportului dintre roşu şi albastru, respectiv roşu şi verde, pentru o precizie crescută a măsurătorii.

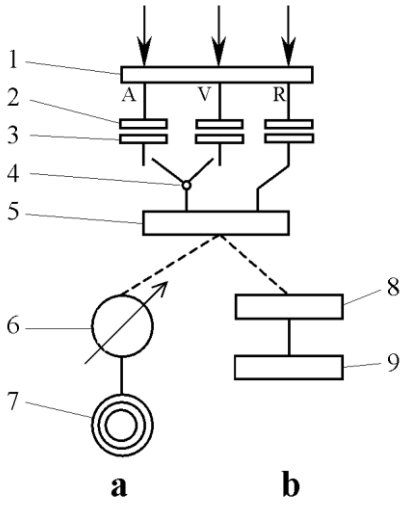


Fig. 6.9. Schema de principiu a unui colorimetru

a-analogic; b-digital:

1-filtre de selecție spectrală: A-albastru; V- verde şi R- roşu; 2-fotodiode cu siliciu;3-comutator pentru regimul A-R sau V-R; 4-comparator energetic (electronic)5-galvanometru cu scală 0±Mired; 6-calculator colorimetric cu discuri; 7-microprocesor;8-ecran de afişaj numeric.

PRACTIC: se demonstrează folosirea unui colorimetru



Fig. 6.10 Exemplu de colorimetru digital

Diagrama CIE pentru reprezentatea culorilor

Diagrama CIE este cel mai răspâdit sistem pentru reprezentarea grafică a culorilor . Se prezintă bazele teoretice ale graficului, pentru care se foloseşte sistemul colorimetric XYZ adoptat de comisia Internațională de Eclairage (CIE în anul 1931).

Prin amestecul amestecul aditiv a celor trei culori primare fundamentale, roşu, verde şi albastru (RGB – red, green, blue) în anumite proporții se pot reconstitui aproape toate culorile

Pentru a permite reprezentarea grafică mai simplă a culorilor decât în sistemul RGB cu culori primare reale [7], CIE a ales trei culori primare fictive (numite stimuli), ale căror distribuții cromatice sunt prezentate în figura8.1

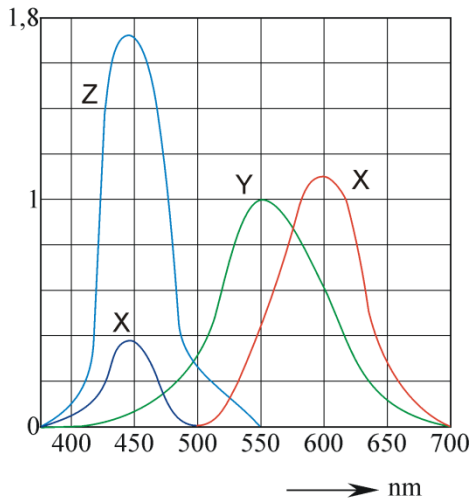


Fig. 8.1 Valori cromatice în funcție de λ pentru culorile primare fictive XYZ ale sistemului CIE. X-purpuriu, max la 600nm(şi albastru-violet la 450nm), Y-verde, max la 564,1nm, Z albastru la 435,8nm. Verdele reproduce curba sensibilității spectrale a ochiului

În principiu orice culoare se poate defini printr-o ecuație tricromatică de forma: $C=xX + yY + zZ$ în care x, y, şi z sunt coeficienții tricromatici care indică ponderea de participare a fiecărei culori primare pentru obținerea culorii dorite. Valoric, aceşti coeficienți se definesc cu expresiile:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z};\ x = \frac{X}{X+Y+Z};\ z = \frac{Z}{X+Y+Z};\ x+y+z = 1$$

(8.1)

Albul de egală energie x = y = z = $0{,}333$, deci pentru alb cele trei culori primare participă energetic în mod egal (fig. 8.2)

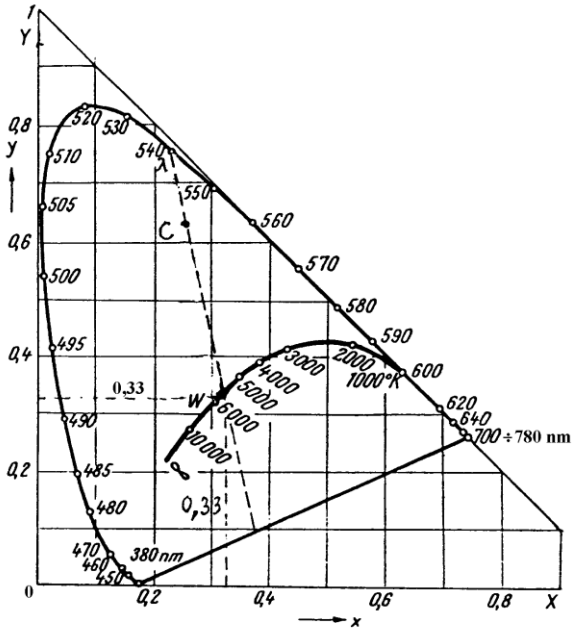


Fig. 8.2 Diagrama CIE de reprezentare a culorilor în sistemul XYZ.

Astfel, toate culorile din natură se cuprind într-o suprafață închisă, sub forma unei potcoave de cal, înscrisă într-un triunghi dreptunghic (Pe curba care închide această suprafață sunt marcate, prin lungimi de undă, culorile spectrale naturale saturate în proporție de 100%. Pe dreapta ce uneşte extremitățile spectrului vizibil, mărginit de culorile roşu şi violet, se află culorile purpurii, obținute prin amestecul celor două culori extreme, astfel că purpurile, deşi saturate, nu sunt culori spectrale).

În interiorul figurii 3.4 se află trasată curba lui Planck ce indică caracteristile cromatice ale corpului absolut negru încălzit la diferite temperaturi absolute. În virtutea definiției temperaturii de culoare aceste caracteristici sunt valabile şi pentru lămpile incandescente reale.

Pe baza diagramei CIE se pot determina caracteristicile oricărei culori, precizând că la coordonatele x = y = 0,33 se află albul standard de egală energie w. Astfel, dacă prin orice punct de culoare C se duce o dreaptă w – c – λ, capătul λ al dreptei indică lungimea de undă dominantă, în cazul de față egală cu 540 nm ce conferă culorii nuanța sau tonalitatea verde. Calculând raportul wc/wλ, respectiv 27/38 = 0,7 se obține puritatea, respectiv saturația de 70% a culorii menționate, ce conține 30% culoare albă. Orice dreaptă ce trece prin w indică, la capetele ce intersectează diagrama, culorile complementare: în cazul de față, verdelui obținut îi corespunde culoarea complementară purpurie.

În diagrama din fig. 8.3 sunt delimitate aproximativ, cu linii întrerupte, principalele familii de culori. Este evident că saturația lor este maximă spre locul spectral (conturul figurii) şi scade pe măsură ce se apropie de punctul alb w, determinând apariția tonurilor pastel.

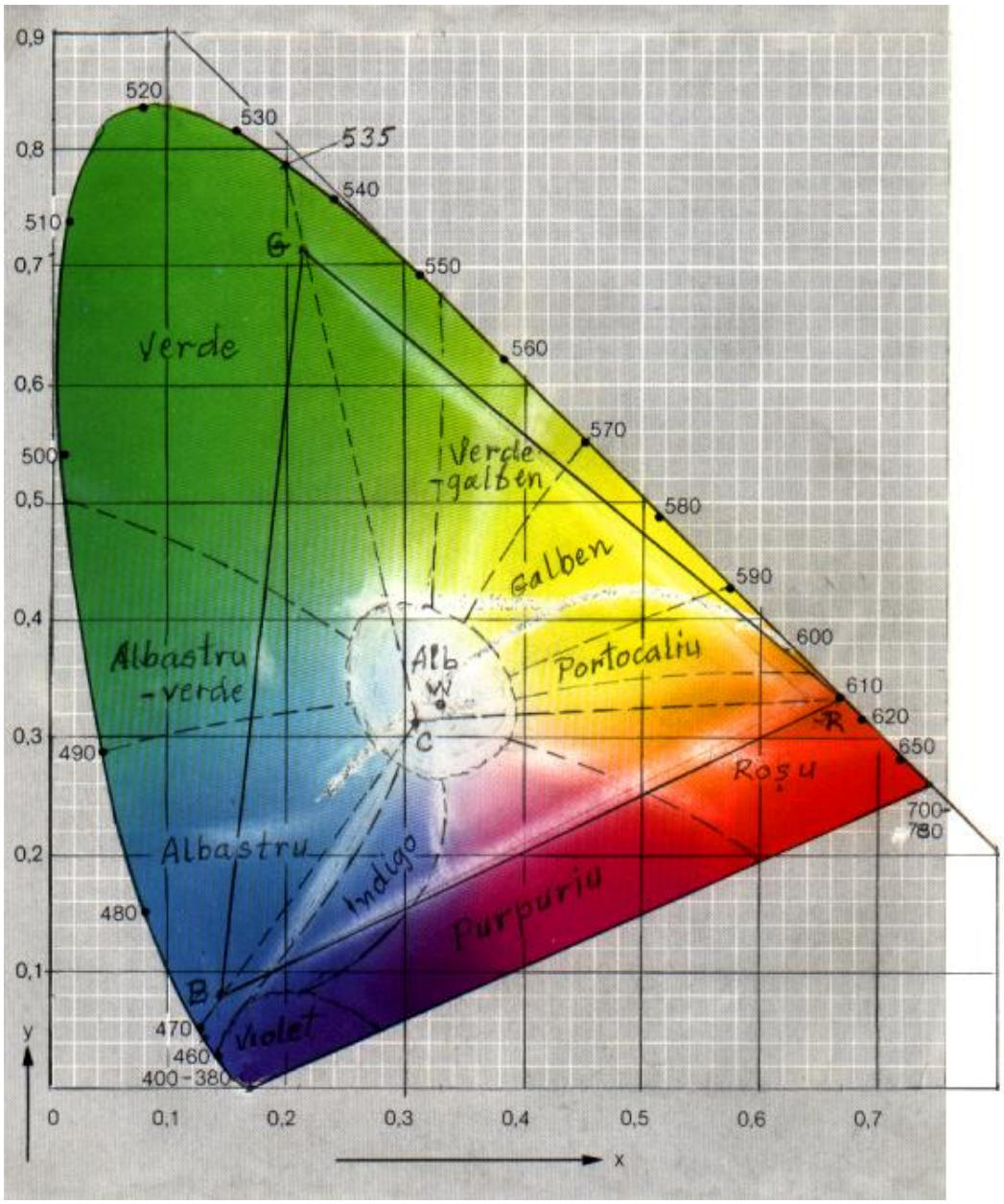


Fig. 8.3 Triunghiul culorilor RGB adoptat pentru televiziunea în culori şi principalele familii de culori în diagrama xyz a CIE.

7. Lămpi electrice

Orice aparat capabil să producă lumină, transformând o formă oarecare de energie în energie luminoasă se numeşte lampă. Lămpile care emit lumină având ca sursă de alimentare energia electrică se numesc lămpi electrice.

8.1 Clasificări

Pentru studiul lămpilor electrice, existente într-o mare diversitate, este utilă o clasificare în funcție de principiile de funcționare, de destinație şi de principii constructive.

În funcție de principiile de funcționare lămpile electrice pot fi clasificate în trei grupe: lămpi cu incandescență, lămpi cu descărcări şi lămpi cu lumină mixtă (fig. 8.1).

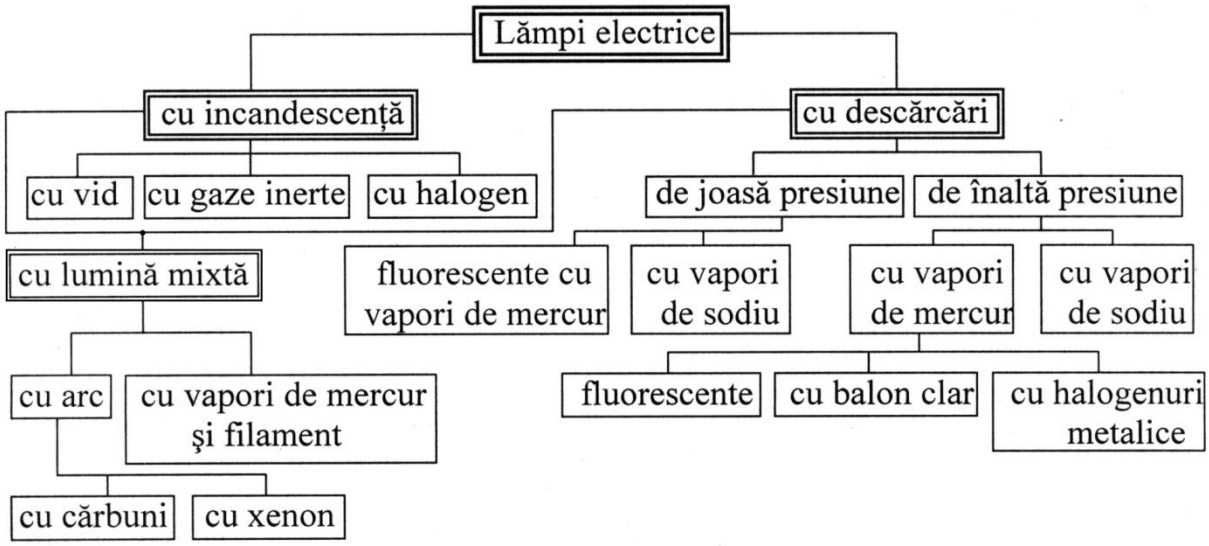


Fig. 5.1 Clasificarea lămpilor electrice după principiile de funcționare

Lămpile cu incandescență emit lumină prin excitarea termică a unei substanțe termorezistente, respectiv prin încălzirea până la incandescență a unui filament cu ajutorul curentului electric care îl străbate.

Lămpile cu descărcări se bazează pe excitarea gazelor şi vaporilor metalici prin ciocnirea atomilor şi moleculelor acestor substanțe cu fascicule de electroni şi ioni accelerați între doi electrozi dintr-un tub de descărcare.

Lămpile cu lumină mixtă emit atât prin descărcări cât şi prin incandescență sau fotoluminescență (luminofori).

LEDURILE şi LASERII formează categorii distincte de surse de lumină care de obicei nu se încadrează în grupa lămpilor. Randamentul şi puterile în creştere le impun tot mai puternic pe piață.

Pentru iluminatul de uz general, unde nivelurile de iluminare sunt relativ scăzute, se impun lămpi relativ ieftine şi cu o durată de funcționare economică la care lampa furnizează cantitatea de lumină (flux luminos×timp) la un preț minim, luând în calcul costul lămpii şi al energiei electrice consumate.

În tabelul 5.1 lămpile electrice sunt clasificate în funcție de principiile de funcționare şi construcție

8.2 Caracteristici electrice

- puterea lămpii (wați);
- tensiunea nominală de alimentare (volți);
- tensiunea la bornele lămpii (volți) - pentru lămpile cu descărcări;
- intensitatea curentului (amperi) - pentru lămpile cu descărcări.

8.3 Caracteristici spectrale

- temperatura de culoare (Kelvini);
- curba spectrală (energia relativă în funcție de lungimile de undă);
- indicele de redare al culorilor R_a (pentru lămpile cu descărcări).

8.4 Caracteristici fotometrice

- fluxul luminos (lumeni);
- eficacitatea luminoasă (lumeni/wați);
- intensitatea luminoasă maximă (candele) - pentru lămpile cu reflector încorporat de tip R şi PAR;
- distribuția spațială a intensității luminoase (grafic);
- luminanța filamentului - pentru lămpile cu incandescență cu balon clar şi luminanța arcului - pentru lămpi cu descărcări (candele/centimetru^2);
- luminanța balonului - pentru lămpile cu incandescență cu balon mat sau opal şi pentru lămpile fluorescente (candele/metru^2);
- durata de funcționare (ore).

8.5 Caracteristici constructive

- lungimea totală a lămpii (mm);
- diametrul balonului (mm);

Tabelul 8.1

<table>
<tr><th>Destinație</th><th colspan="2">Variante constructive</th></tr>
<tr><td>Lămpi de iluminat de uz general</td><td colspan="2">- lămpi cu incandescență cu balon clar, mat sau opal, sub formă de pară, ciupercă, lumânare, etc.
- lămpi fluorescente tubulare de joasă presiune;
- lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune cu balon oval cu luminofor sau tubular clar;
- lămpi cu vapori de mercur de înaltă presiune şi halogenuri metalice, cu balon tubular clar;
- lămpi cu vapori de sodiu de înaltă presiune cu balon oval opal sau tubular clar.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Lămpi speciale pentru iluminatul tehnologic de film, televiziune, fotografie şi video</td><td>- lămpi cu incandescență clasice şi cu halogenuri</td><td>- de proiecție cu filament concentrat şi balon clar pentru proiectoare;
- liniare pentru reflectoare;
- tubulare miniaturale pentru reflectoare portabile;
- cu balon mat sau opal pentru reflectoare de lumină difuză;
- cu reflector încorporat de tip R şi PAR pentru lumină dirijată.</td></tr>
<tr><td>- lămpi cu descărcări în vapori de mercur de înaltă presiune şi halogenuri metalice</td><td>- lămpi HMI liniare şi tubulare pentru proiectoare şi reflectoare;
- lămpi HMI cu reflector încorporat de tip PAR.</td></tr>
<tr><td>- lămpi cu arc</td><td>- cu xenon.</td></tr>
<tr><td>Lămpi cu destinație specială</td><td colspan="2">- de iluminat auto; de ton, de semnalizare,
- pentru radiații infraroşii, ultraviolete,
- etc.</td></tr>
</table>

- dimensiunile filamentului (înălțimea×lățimea) pentru lămpile de proiecție (mm×mm);
- înălțimea centrului corpului luminos față de baza soclului (mm) - pentru lămpi cu soclu unilateral;
- lungimea filamentului (mm)-pentru lămpi cu incandescență liniare;
- lungimea arcului (mm)-pentru lămpi cu descărcări în regim de arc;
- tipul de soclu;

- poziția de funcționare

PRACTIC: se prezintă lămpile din laborator în funcție de clasificările prezentate, cu caracteristici, inclusiv grafice proiectate pe ecran

-comparații, avantaje, dezavantaje

-se prezintă deasemenea şi tipurile de solcluri, accesorii (balasturi)

- se prezintă şi aspecte legate de LEDURI, ca surse de lumină cu randament excepțional. Imagini privind construcția, caracteristici, avantaje, limitări. Exemplu de comparație, de la constructorul de aparate Dedolight:

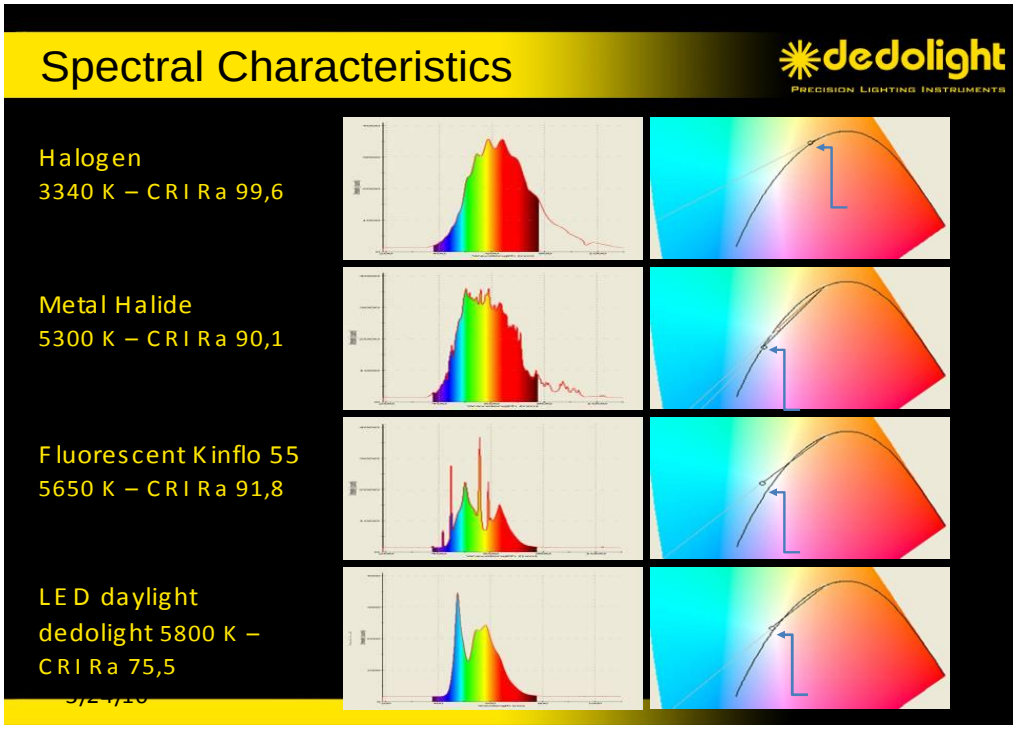


Fig.8.1. Comparație între caracteristicile spectrale ale lămpilor cu incandescență, ale calor cu descărcări şi ale LEDURILOR

8. Aparate de iluminat

Aparatul de iluminat reprezintă un ansamblu de elemente optice electrice şi mecanice destinate să asigure dirijarea fluxului luminos al sursei spre subiectul iluminat şi fixarea, protejarea, alimentarea cu energie electrică a sursei de lumină

Orice aparat de iluminat *trebuie să asigure*:

-concentrarea fluxului luminos al lămpii într-un anumit unghi solid, în funcție de necesitățile plastice şi exponometrice;

-o distribuție cât mai uniformă a iluminării în pata de lumină;

-un randament luminos cât mai bun;

-să reducă efectul de orbire provocat de lampă;

-să fie uşor, robust, silențios şi să prezinte simplitate în exploatare.

PRACTIC: se prezintă, pe aparate demontate, părțile componente şi funcțiunile lor: carcasa, sursa de lumină, sistemul optic şi clasificarea în dioptric, catoptric şi catodioptric, sistemul de focalizare a fasciculului luminos, sistemul de alimentare cu energie electrică a lămpii, sistem de susținere şi orientare spre subiectul iluminat şi accesoriile uzuale.

Tehnica iluminatului artistic în domeniile cinematografiei şi televiziunii se bazează pe folosirea unor aparate de iluminat de o foarte mare diversitate constructivă ce permite soluționarea tuturor problemelor plastice şi exponometrice specifice realizării imaginilor. În această situație este utilă o clasificare a aparatelor de iluminat în funcție de structura luminii, de unghiul fasciciului luminos, de tipul constructiv şi de tipul lămpii în conformitate cu conținutul tabelului 9.1.

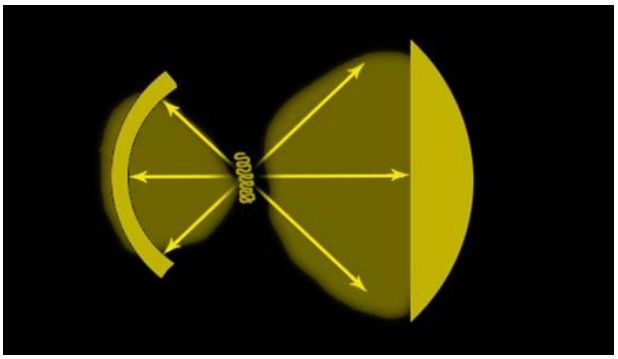


Fig. 10.1 Sistem optic catodioptric

Tabelul 9.1

Clasificarea aparatelor de iluminat

Structura luminii	Unghiul fasciculului luminos	Tipul constructiv	Tipul lămpii
Dirijat-difuză	Variabil continuu între cca. 8°şi 60°	Proiectoare cu lentile şi cu sistem de focalizare	-de proiecție cu filament concentrat şi balon clar; -HMI;
	Variabil în trepte între cca. 5° şi 50°	Proiectoare cu lentile adiționale interschimbabile	HMI
	Variabil continuu, între 20° şi 80°	Reflectoare cu suprafețe reflectorizante metalizate cu sistem de focalizare	-liniare cu halogeni; -tubulare cu halogeni; -HMI
	Fix între cca. 40° şi 90°-120°	Reflectoare cu suprafețe reflectorizante metalizate fără sistem de focalizare	-liniare cu halogeni; -tubulare miniaturale cu halogeni; -HMI.
	Fix între cca. 7° şi 80°	Corpuri de iluminat cu lămpi cu reflector încorporat	-nitrafot de tip R; -tip PAR cu halogeni; -tip PAR-HMI.
Difuză	Larg de cca 50°-100°	Reflectoare cu suprafețe vopsite alb-mat	-nitrafot
Difuză fără umbre		Reflectoare cu suprafețe alb mat şi lumină indirectă	-liniare cu halogeni; -HMI
		Reflectoare KINO FLO	-tuburi fluorescente
Concentrată	Foarte îngust (spot)	Proiectoare de urmărire şi proiecții	-de proiecție cu halogeni; -HMI.

PRACTIC se prezintă toate tipurile de aparate de iluminat, se aprind şi se determină curbele caracteristice (fig. 9.2)

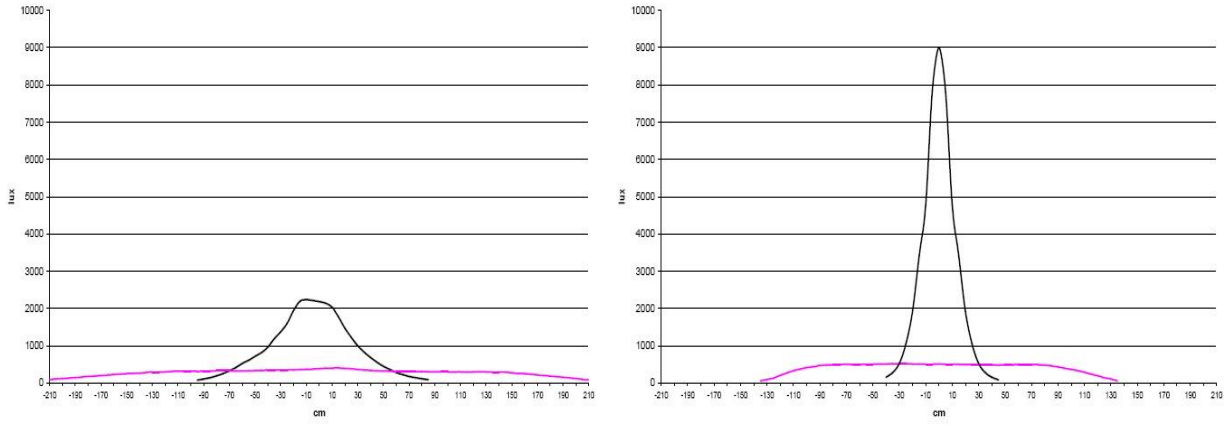


Fig. 10.2 Exemplu de curbe caracteristice pentru un proiector cu sistem catodioptric (Dedo)

-se observă diferențele dintre factura luminii pe care o dau diferite tipuri de aparate de iluminat.

- se prezintă simbolizarea grafică a fiecărui tip de aparat de iluminat folosită în schemele de lumini

9.Scheme de lumini

Lumina în cadru poate fi de mai multe feluri, dintre care le enumerăm pe primele trei în ordinea implrtanței;

Lumina principală este lumina care determină expunerea corectă, induce direcția, determină şi desenează umbra. Lumina cheie poate avea un nivel de justă expunere, de subexpunere-cheie joasă, sau de supraexpunere-cheie înaltă. Pentru camerele video broadcast actuale este necesar un nivel de iluminare ce cca 1500lux. Practic se variază nuvelul ilumnării până când imaginea este bine expusă cu diafragma 2,8...4.

De regulă, lumina principală se află al 45^{o} deasupra personajului şi la 45^{o} stânga-dreapta în funcție de planul de simetrie al feței.

Lumina de modelare este lumina care valorifică umbra. Sursa ei se aşează la 45^{o} opus față de lumina cheie, de regulă cu lumină difuză.

Lumina de contur separă personajul de decor şi este de 2...10 ori mai puternică decât lumina principală, adică cu cel puțin o diafragmă peste nivelul aceasteia.

Mai există lumini de umplere, de efecte , etc.

PRACTIC: se prezintă şi se realizează mai multe scheme de lumini tipice pentru imaginea de televiziune, începând cu schema pentru un interviu, continuând cu una pentru talk-show, pentru ştiri în decor exterior, etc Se prezintă trusele minime şi optime de aparate de iluminat necesare pentru realizarea reportajelor pe teren.

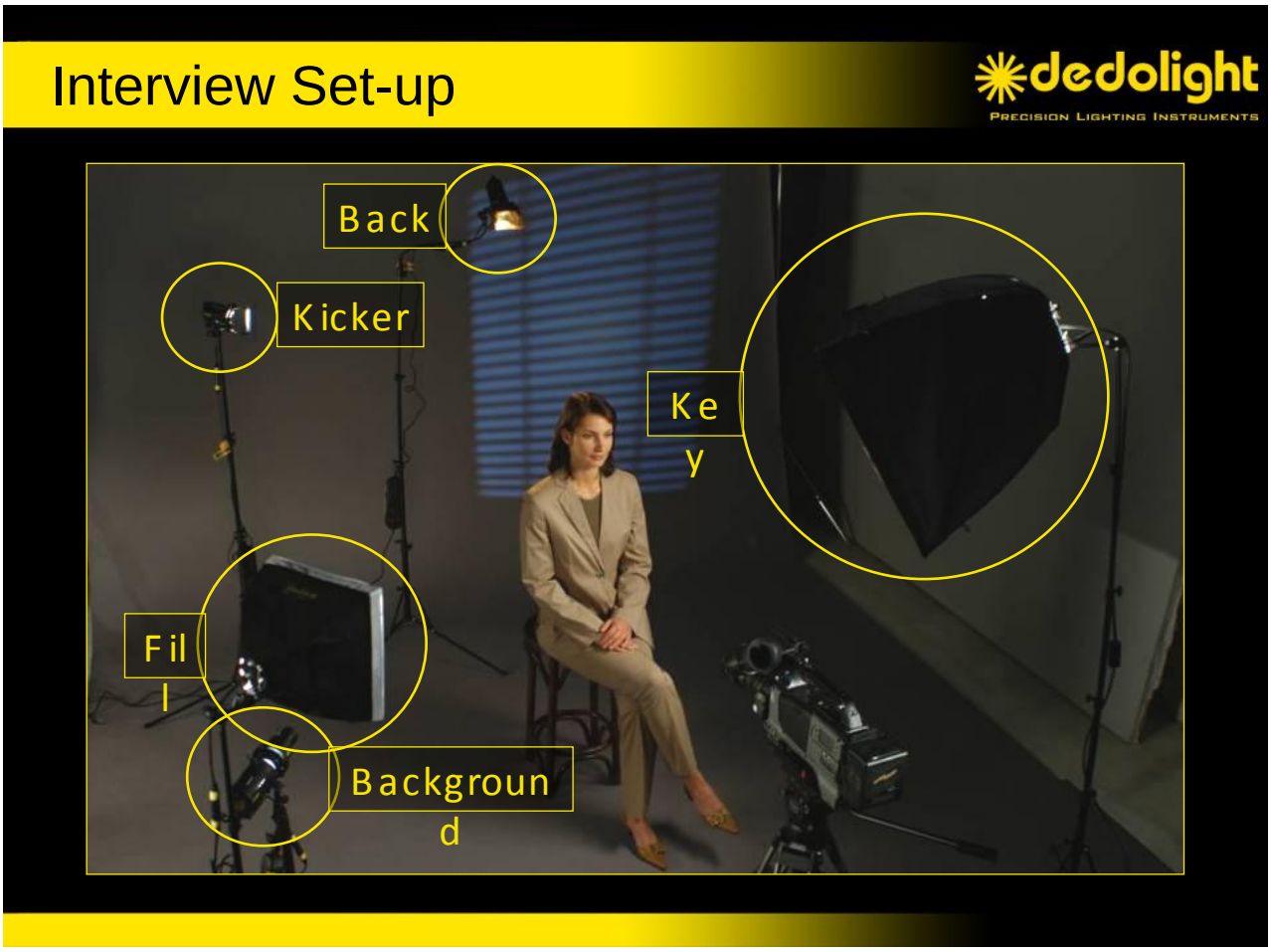


Fig. 11.1 Exemplu de amplasare a aparatelor de ilumint pentru un interviu

Subiectul fiind vast, se experimentează diferite scheme de lumini în limita timpului disponibil, arătându-se şi greşelile de evitat.

ANEXE

ANEXA 1. Conventie Cadru

CONVENTIE CADRU

privind efectuarea stagiului de practică de către studenții Facultății .....

Prezenta convenție-cadru se încheie între:

1. .....

denumită în continuare partener de practică, reprezentată de (numele şi calitatea),dl/dna .....

adresa partenerului de practică: .....

email: .....,

telefon: .....

2. Student, dl/dna.....

denumit în continuare practicant , identificat cu CNP .....

ziua naşterii ..... locul naşterii .....

adresa de domiciliu .....

înscris la Universitatea …….....Facultatea ……..,

forma de învățământ ……, în anul universitar ....., grupa .....

email: ....., telefon: .....

şi

3. Facultatea ……....., denumită în continuare organizator de practică,

reprezentată de Decan ……,

adresa organizatorului de practică: …….....

email: ……

Art. 1: Obiectul convenției-cadru

1) Convenția-cadru stabileşte cadrul în care se organizează şi se desfăşoară stagiul de practică efectuat de practicant, în vederea consolidării cunoştințelor teoretice şi pentru

formarea abilităților, spre a le aplica în concordanță cu specializarea pentru care se instruieşte.

2) Modalitățile de derulare şi conținutul stagiului de pregătire practică sunt descrise în prezenta convenție-cadru şi în contractul individual de practică cuprins în anexa la prezenta convenție-cadru.

Art. 2: Statutul practicantului

Practicantul rămâne, pe toată durata stagiului de pregătire practică, student al Facultății de .....

Art. 3: Durata şi perioada desfăşurării stagiului de practică

1) Stagiul de practică va avea durata de .....

2) Perioada desfăşurării stagiului de practică este de la ..... până la .....

Art. 4: Plata şi obligațiile sociale

Partenerul de practică poate acorda practicantului o indemnizație, gratificare, primă sau avantaje în natură, specificate la art. 12.

Art. 5: Persoane desemnate de organizatorul de practică şi partenerul de practică

1) Tutorele (persoana care va avea responsabilitatea practicantului din partea partenerului de practică):

Dl/Dna

.....

Funcția

.....

Telefon ....., Fax....., Email .....

2) Cadrul didactic supervizor, responsabil cu urmărirea derulării stagiului de practică din partea organizatorului de practică:

Dl/Dna

.....

Funcția

.....

Telefon ....., Fax ....., Email .....

Art. 6: Responsabilitățile practicantului

1) Practicantul are obligația ca pe durata derulării stagiului de practică să respecte programul de lucru stabilit şi să execute activitățile specificate de tutore în conformitate cu portofoliul de practică, în condițiile respectării cadrului legal cu privire la volumul şi dificultatea acestora.

2) Pe durata stagiului, practicantul respectă regulamentul de ordine interioară al partenerului de practică.

În cazul nerespectării acestui regulament, conducătorul partenerului de practică îşi rezervă dreptul de a anula convenția-cadru, după ce în prealabil a ascultat punctul de vedere al practicantului şi al tutorelui şi a înştiințat conducătorul instituției de învățământ unde practicantul este înscris şi după primirea confirmării de primire a acestei informații.

3) Practicantul are obligația de a respecta normele de securitate şi sănătate în muncă pe care şi le-a însuşit de la reprezentantul partenerului de practică înainte de începerea stagiului de practică.

4) Practicantul se angajează să nu folosească, în niciun caz, informațiile la care are acces în timpul stagiului despre partenerul de practică sau clienții săi, pentru a le comunica unui terț sau pentru a le publica, chiar

după terminarea stagiului, decât cu acordul respectivului partener de practică.

Art. 7: Responsabilitățile partenerului de practică

1) Partenerul de practică va stabili un tutore pentru stagiul de practică, selectat dintre salariații proprii şi ale cărui obligații sunt menționate în contractul individual de practică, parte integrantă a convenției-cadru.

2) În cazul nerespectării obligațiilor de către practicant, tutorele va contacta cadrul didactic supervizor, aplicându-se sancțiuni conform regulamentului de ordine interioară a partenerului de practică şi a regulamentului de organizare şi funcționare al instituției de învățământ superior.

3) Înainte de începerea stagiului de practică, partenerul are obligația de a face practicantului instructajul cu privire la normele de securitate şi sănătate în muncă, în conformitate cu legislația în vigoare. Printre responsabilitățile sale, partenerul de practică va lua măsurile necesare pentru securitatea şi sănătatea în muncă a practicantului, precum şi pentru comunicarea regulilor de prevenire asupra riscurilor profesionale.

4) Partenerul de practică trebuie să pună la dispoziția practicantului toate mijloacele necesare pentru dobândirea competențelor precizate în contractul individual de practică.

5) Partenerul de practică are obligația de a asigura practicanților accesul liber la serviciul de medicina muncii, pe durata derulării pregătirii practice.

Art. 8: Obligațiile organizatorului de practică

1) Organizatorul de practică desemnează un cadru didactic supervizor, responsabil cu planificarea, organizarea şi supravegherea desfăşurării pregătirii practice. Cadrul didactic supervizor, împreună cu tutorele desemnat de partenerul de practică stabilesc tematica de practică şi competențele profesionale care fac obiectul stagiului de pregătire practică.

2) În cazul în care derularea stagiului de pregătire practică nu este conformă cu angajamentele luate de către partenerul de practică în

cadrul prezentei convenții, Decanul Facultății organizatoare poate decide întreruperea stagiului de pregătire practică conform convenției-cadru, după informarea prealabilă a conducătorului partenerului de practică şi după primirea confirmării de primire a acestei informații.

3) În urma desfăşurării cu succes a stagiului de practică, organizatorul va acorda practicantului numărul de credite specificate în prezentul contract, ce vor fi înscrise, la cererea practicantului, şi în Suplimentul la diplomă, potrivit reglementărilor Europass (Decizia 2.241/2004/CE a Parlamentului European şi a Consiliului).

Art. 9: Evaluarea stagiului de pregătire practică prin credite transferabile

Numărul de credite transferabile ce vor fi obținute în urma desfăşurării stagiului de practică este conform planului de învătământ al organizatorului de practică.

Art. 10: Raportul privind stagiul de pregătire practică

1) În timpul derulării stagiului de practică, tutorele împreună cu cadrul didactic supervizor vor evalua practicantul, pe baza unei fişe de evaluare. Vor fi evaluate atât nivelul de dobândire a competențelor profesionale, cât şi comportamentul şi modalitatea de integrare a practicantului în activitatea partenerului de practică (disciplină, punctualitate, responsabilitate în rezolvarea sarcinilor, respectarea regulamentului de ordine interioară al întreprinderii/instituției publice etc.).

2) La finalul stagiului de practică, tutorele completează o fişă de evaluare ce va sta la baza notării practicantului de către cadrul didactic supervizor.

3) După încheierea stagiului de practică, practicantul va prezenta un sumar al activității de practică care va cuprinde:

- denumirea temei;
- competențe exersate;
- activități desfăşurate pe perioada stagiului de practică;
- observații personale privitoare la activitatea depusă.

Art. 11: Sănătatea şi securitatea în muncă. Protecția socială a practicantului

1) Practicantul trebuie să facă dovada faptului că este asigurat medical în perioada în care se desfăşoară stagiul de practică.

2) Partenerul de practică are obligația respectării prevederilor legale cu privire la sănătatea şi securitatea în muncă a practicatului pe durata stagiului de practică.

Art. 12: Condiții facultative de desfăşurare a stagiului de pregătire practică

1) Indemnizație, gratificări sau prime acordate practicantului:

……

2) Avantaje eventuale (plata transportului de la şi la locul desfăşurării stagiului de practică, acces la cantina partenerului de practică etc.):

Transportul şi cazarea sunt asigurate de organizator

……..

3) Alte precizări:

……..

Art. 13: Prevederi finale

Alcătuit în trei exemplare, câte unul pentru partenerul de practică, student şi Facultatea de .....

Această convenție cadru este acceptată prin semnătură de către:

Reprezentant partener de practică: Student: Facultatea:

Numele şi prenumele

.....

Data .....

Semnătura .....

Ştampila

Am luat la cunoştință:

Tutore: Cadru didactic supervizor:

Nume şi prenume.....

Semnătură.....

ANEXA 2. Contract individual de practica

CONTRACT INDIVIDUAL DE PRACTICA

la Convenția-cadru privind efectuarea stagiului de practică în cadrul Facultății de .....

1. Numele şi prenumele studentului practicant…….....
2. Partenerul de practică…….....
3. Obiectul de activitate al partenerului de practică

…….

4. Locul de desfăşurare a stagiul de practică

……..

5. Durata totală a pregătirii practice:

…….

6. Tema cadru pe care se axează activitatea practică

…….

7. Obiective educaționale …….....

8. Competențe ce urmează a fi atinse……..

9. Modalități de derulare a practicii…….....

10. Descrierea activităților planificate:

- parcurgerea temelor obligatorii:
  …….....
- elaborarea unui **caiet de practica/portofoliu de practica:**
  ……
- participarea la activitatea profesională zilnică specifică locului unde se desfăşoară practica:
  …….
- participarea într-o echipă de **elaborare a unui proiect tehnico-artistic specific:**

…… .....

11. Calendarul pregătirii (timpul de lucru şi orarul)

Data întocmirii: .....

Nume şi prenume

Tutore	Student	Cadru didactic supervizor
.....	.....	.....

Semnătura

.....	.....	.....

Drepturile şi responsabilitățile celor de mai sus sunt prevăzute în convenția cadru (art. 6, 7, 8)

ANEXA 3. Calendarul activitatilor

CALENDAR DE ACTIVITĂȚI PENTRU ORGANIZAREA ŞI DESFĂŞURAREA PRACTICII STUDENȚILOR ÎN CADRUL PROIECTULUI

Anul universitar

Activitate	Perioada	Responsabil

Data:

DECAN, PROFESOR SUPEVIZOR PRACTICĂ,

ANEXA 5. Adresa catre partenerul de practica

ADRESĂ CĂTRE PARTENERUL DE PRACTICA

UNIVERSITATEA……..…….....

FACULTATEA ……..……..

Nr. ……. din ……..…..

C Ă T R E

…….....

Prin prezenta vă rugăm să acceptați ca studentul(a) _____ din anul _____ de la Facultatea _____ să efectueze practica la Televiziunea .....

Pe perioada stagiului de practică, studentul va efectua activitățile stabilite prin contractul individual de practică

Durata practicii este de _____ cu _____ ore/zi (total _____ ore), conform planului de învățământ la specializarea _____.

Practica se va desfăşura conform CONVENȚIEI CADRU PRIVIND EFECTUAREA STAGIULUI DE PRACTICĂ ÎN CADRUL PROGRAMELOR DE STUDII UNIVERSITARE anexate.

Confirmarea îndeplinirii sarcinilor asumate de către student pentru această perioadă se face prin eliberarea fişei de evaluare a studentului.

Vă mulțumim pentru colaborare.

DECAN, PROFESOR SUPERVIZOR DE PRACTICĂ

ANEXA 5. Fisa de evaluare a activitatii studentului

FIŞA DE EVALUARE A ACTIVITĂȚII STUDENTULUI PE PARCURSUL DESFĂŞURĂRII STAGIULUI DE PRACTICĂ

Nume şi prenume student:_____

Unitatea unde s-a desfăşurat stagiul_____

Perioada: _____

Cadru didactic supervizor:_____

Tutore: _____

Evaluarea activității de practică se face prin marcarea cu x a calificativului îndeplinit.

Criteriu de evaluare	**Calificativ**				**Nota**
	Nesatisfăcător (4)	Satisfăcător (5-6)	Bine (7-8)	Foarte Bine (9-10)	(4-10)
Materiale redactate (forma de prezentare/mod de exprimare)					
Creativitate,contribuție personală					
Competente practice dobandite (numai pentru tehnic)					
Disciplină in munca					
Implicare/ responsabilitate în muncă					
Capacitatea de a lucra în echipă					
EVALUARE FINALA					

Semnatura student: _____

Semnatura cadru didactic: _____

Semnatura tutore: _____

Data: _____

ANEXA 6. Lista cu tematici generale pentru proiectul in audio-vizual

Subiectele concrete vor fi stabilite la data practicii în funcție de actualitatea momentului, la propunerea practicanților şi cu aprobarea tutorelului sau a şefului departamentului unde studentul îşi desfăşoară practica. Identificarea şi propunerea unui subiect concret face parte din activitatea de practică propriu-zisă.

JURNALUL DE ŞTIRI: studentul propune propria lui selecție (alternativă) de subiecte şi de organizare a unei ediții sau a mai multor ediții ale jurnalului de ştiri.

ŞTIRI

- conferință de presă
- eveniment: accident de circulație
- cultură: vernisaj, lansare de carte, premiera unui spectacol
- economic: prezentarea unor date statistice
- sănătate: reportaj într-un spital
- social: poziția unui sindicat pe o temă de actualitate
- politic: proiecte sau poziție ale unui partid politic
- sport: rezultatele unor competiții sportive

RELATARE STAND UP ÎNREGISTRATĂ

pe o temă de actualitate

INTERVIU

- vox pop pe o temă de actualitate
- interviu de profunzime cu o personalitate din domeniul culturii, economiei, sănătății etc.

REPORTAJ pe teme din viață academică

DEZBATERE pe teme de actualitate din domeniile:

- economic
- politic
- social
- cultural

- învățământ
- medical
- sportiv

BIBLIOGRAFIE

1. E. Damachi, C.Şerbu, T. Zaciu - Televiziune - Ed. Didactică şi pedagogică, Buc. 1983

2. C. Raymond - Tehnica televiziunii în culori -Ed. Tehnică , Buc. 1971.

3. C. Toma, A. Faniciu - Sisteme de televiziune în circuit închis - Ed. Facla , Timişoara 1982

4. D. Tudoraşcu, M. Băşoiu - Teletext - Ed. Teora, Buc. 1994.

5. H.R. Ciobănescu, I. Creangă - Receptoare TV color cu circuite integrate Toshiba şi Samsung - Ed. Teora, Buc. 1995

6. L. Mărgărit, V. Dogaru, C.Şerbu, ş.a. - Televiziune , Îndrumar de laborator - Ed. Matrix ROM SRL , Buc. 1995.

7. M.Silişteanu , M. Bădoi - Receptoare de televiziune în culori

8. G. Mitrofan - Introducere în televiziunea în culori - Ed. Teora, Bucureşti, 1996.

9. C. I.Toma, F. Alexa, R. Vasiu - Principiile Televiziunii Analogice şi Digitale, Editura Politehnica, Timişoara, 2006.

10. H. Benoit – Digital Television – satellite, Cable, Terrestrial, IPTV, Mobile TV in the DVB Framework, third edition, Elesevier, 2008.

11. L. Mărgărit, R. Zaciu, - Sisteme de Televiziune -Teorie si aplicatii, Ed. Matrixrom, Bucuresti,1996, ISBN 973-9254-01-2

12. S. Naicu, I. Tache - Receptoare moderne pentru TV in culori - Editura All Educational, Bucureşti, 1998, ISBN 973-9392-58-x.

13. Ş.V. Nicolaescu, C.G.Gheorghe, L.Nicolaescu – Televiziunea Terestră Digitală, DVB-T, Editura AGIR, Bucureşti 2008, ISBN 978-973-720-211-6.

14. R. Arsinte – Fundamentele Televiziunii Digitale -Editura Mediamira, Cluj – Napoca 2005, ISBN 973-713-093-6.

15. T. Sikora, MPEG Digital Video-Coding Standards, IEEE Signal Processing Magazine, 1997.

16. A. Watson, Image Compression Using the Discrete Cosine Transform, Mathematica Journal, 4(1), 1994.

17. http://www.jpeg.org/

18. European Telecommunications Standards Institute “Digital video broadcasting (DVB); framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television”, ETSI EN 300 744 V1.5.1, 2004-11.

19. U. Reimers, DVB - The family of international standards for digital video broadcasting, Proc. IEEE vol. 94, no. 1, pp. 173–182, Ianuarie 2006;

20. A. Tarniceriu, Sistemul DVB-T. Proiectarea modulatorului, Lucrare de licență, 2007.

21. M. Raducanu, Sisteme si aplicatii multimedia. Algoritmi de compresie pentru semnale video, Matrixrom, 2004

22. D. Tarniceriu, Tehnici de compresie a semnalelor multimedia, note de curs.

23. N. Cleju, Tehnici de compresie a semnalelor multimedia, lucrări de laborator.

24. MPEG Committee. "MPEG - Moving Picture Experts Group". http://wg11.sc29.org/index.xalter. Retrieved 2009-11-07.

25. ISO. "MPEG Standards - Coded representation of video and audio". http://www.iso.org/iso/prods-services/popstds/mpeg.html. Retrieved 2009-11-07.

26. http://www.itu.int/ITU-T/news/jvtpro.html. Retrieved 2010-03-08.

27. ITU-T. "Joint Collaborative Team on Video Coding - JCT-VC". http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com16/jct-vc/.

28. C. Wootton. A Practical Guide to Video and Audio Compression.

29. D. Salomon, Video Compression. Data compression: the complete reference (4 ed.). Springer. 2007

30. Official MPEG Web Site

31. G. Jones, A Broadcast Engineering Tutorial For Nonengineers, Elsevier, 2005

32. R. Musburger, G. Kindem, Introduction to Media Production, Elsevier, 2009

33. R. Hartwig, Basic TV Technology: Digital and Analog, Elsevier, 2005

34. K.F. Ibrahim, Newnes Guide to Television and Video Technology, Newnes, 2007

35. E. Trundle, Newnes Television and Video Engineer's Pocket Book, Newnes, 1999

36. R. de Bruin, J. Smits, Digital Video Broadcasting: Technology, Standards and Regulation, Artech House, 1999

37. J. Watkinson, Convergence in Broadcast and Communications Media: The Fundamentals of Audio, Video, Data, Focal Press, 2001

38. G.M. Ballou, Handbook for Sound Engineers. The New Audio Cyclopedia, Focal Press, 1998.

39. B. Barttelet, Stereo microphone techniques, Butterworth Heinemman, Boston, 1991.

40. F. Alexa, Tehnica Sunetului, Editura de Vest, Timişoara 2005

41. www.soundcraft.com : The Soundcraft Guide to Mixing

42. www.snellwilcox.com : Kahuna SD/HD Production Mixer

43. www.blender.org: Blender open source 3D content creation suite.

44. bulletphysics.org: Bullet Physics Library.

45. audacity.sourceforge.net: Audacity - Cross-Platform Sound Editor.

46. www.surina.net/soundtouch: SoundTouch Audio Processing Library.

47. sourceforge.net/projects/avisynth2: Avisynth collection of filters for non-linear video editing tasks.

48. fixounet.free.fr/avidemux: Avidemux video editor.

49. www.gimp.org: GIMP – GNU Image Manipulation Program.

50. www.povray.org: Persistence of Vision Raytracer.

51. google-web-toolkit.googlecode.com: Google Web Toolkit.

52. www.videolan.org: VideoLAN cross-platform multimedia player.

53. office.microsoft.com/en-us/visio/: Microsoft Visio.

54. wanem.sourceforge.net: Wide Area Network Emulator.

55. www.gns3.net: Graphical Network Simulator.

56. Mihai Orasanu - Priza de sunet – UNATC PRESS, Bucuresti 2008

57.http://business.highbeam.com/3770/article-1G1-197364808/dynamics-depth-field-selectivefocus-lens-tools-offer

58. http://www.dvinfo.net/articles/optics/dofskinny.php

59. http://berniesumption.com/photography/depth-of-field-for-geeks/

60. http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Focal_length

61. http://www.cybercollege.com/tvp_ind.htm

62. http://www.ronbigelow.com/articles/articles.htm

63. http://www.hv20.com/showthread.php?41334-DOF-examples-(Tutorial)

64. http://pro.sony.com/bbsccms/assets/files/micro/xdcamex/brochures/pmw350_320_v2459.pdf

65. Aisberg, E. ***ABC de radio şi televiziune***. Editura Tehnică, Bucureşti, 1974

66. Arnheim, R. ***Forța centrului vizual***. Editura Meridiane, Bucureşti, 1995

x x x ARRI New 35 mm Zeiss / Arri Super Speed and Standard Lenses

x x x ARRI NEWS	***Ultra Prime Objective***. München, September, 1998
x x x ARRI	Film Ident / Sink Sistem
Babenko, B.S.	***Optika televizionnah ustroistv***. Izstatelstvo Energia, Moskva, 1964
Bernstein, S.	***Film production***, Second edition. Focal press, Oxford, 1994
Răduleț. O	Percepția imaginii de film şi televiziune, Printech 2002
Bistrițeanu, D.	***Filtre fotografice***. Editura Tehnică, Bucureşti, 1989
Bouliot, R.	***La pratique de l'eclerage Cinema – Television***. I. E. Dujarric, Paris 2007
Cernea, P., Constantin, E. Comănescu, S. Ş.a.	***Vederea culorilor***. Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1997
Feininger, A.	
Fleuri, P., Mathieu, J.P.	***Images Optiques***. Editions Eyrolles, Paris, 1968
Friş, S.E., Timoreva, A.	***Curs de fizică generală***, Vol. 3, Editura Tehnică, Bucureşti, 1965
Goldovski, E.	***Problemâ kinoproekții***. Izdatelstvo Iskusstvo, Moskva, 1988
Gorduciuk, I.B., Pell, V.	***Spravocinik Kinooperatora***. Izdatelstvo Iskusstvo, Moskva, 1979

Gorduciuk, I.B. ş.a.	***Tehnika siomki v iskusstve kinematografa***. Izdatelstvo Iskusstvo, Moskva, 1983
Granger, P.M.	***L'optique dans L'audiovisuel***. Pierre Granger, Paris
Huzurn, S.	***Efectul de „trans – tav"***. Comunicare la Congresul UNIATEC, Milano, 1964
x x x	***Kameraman*** Nr. 8/1999.
Kemp, M.	***The science of Art***. Yale University Press, New Haven and London, 1989
x x x Kodak.	***Eastman Professional Motion Picture Films***, 1992
Landsberg, G.S.	***Optica***. Editura Tehnicã, Bucureşti, 1951
Lapauri, G.A.	***Fotograficeskaia optika***. Isdatelstvo Iskzsstvo, Moskva, 1955
Malkiewicz, K.	***Cinematography***. Second edition, Fireside New York, 1992
Marin, A. ş.a.	***Tehnica filmului de la A la Z***. Editura Tehnicã, Bucureşti, 1979
Mitrofan, G.	***Introducere în televiziune***. Editura Teora, Bucureşti, 1993
Nicolescu, N. ş.a.	***Tehnica proiecției cinemagrafice şi aparatura***. Editura Didacticã şi Pedagogicã, Bucureşti, 1977
x x x	***Rank Precision Industries.*** Taylor Hobson 672ptics Leicester
Rădulețț, T.	***Curs de opticã foto – cinematograficã*** I.A.T.C., Bucureşti, 1971
Rădulețț, T.	***Optica foto-cinematograficã***. Editura Tehnicã, Bucureşti, 1977

Răduleț, T. — ***Elemente de opticã ondulatorie, cu aplicații în tehnicile foto-cinematografice moderne***. I.A.T.C., Bucureşti, 1984

Răduleț, T., Ondrejcsik, K. — ***Obturator cu deschidere variabilã pentru aparatele de filmare***. Certificat de autor nr.49115/1965. Oficiul de Stat pentru Invenții, Bucureşti

Răduleț, T. — ***Dispozitiv pentru comandã automatã a obiectivelor cu distanță focalã variabilã.*** Certificat de autor nr.51135/1967. Oficiul de Stat pentru Invenții, Bucureşti

Răduleț, O. — ***Dispozitiv pentru obținerea unor efecte cinematografice de profunzime variabilã***. Brevet de invenție nr.110096 B1/1995. Oficiul de Stat pentru Invenții şi Mãrci, Bucureşti

Rod, Ryan — ***American Cinematographer Manual***. Seventh edition. The ASC Press, Hollywood, California, 2007

Stanciu, N., ş.a. — ***Tehnica imaginii în televiziune şi cinematografie***. Editura Tehnicã, Bucureşti, 1971

Varga, M., Iosif, I.M. — ***Fotografia – tehnologie şi creativitate***, Editura Tehnicã, Bucureşti, 1986

Weise, H. — ***Die Kinematographische Kamera***. Springer-Verlag, Wien, 1955

Wheeler, L.I. — ***Principles of Cinematography***. 4th edition. Fountain Press, England, 1969